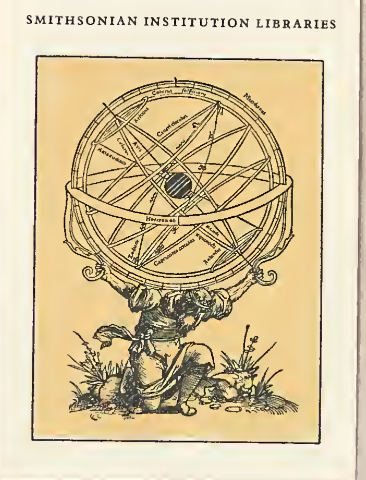
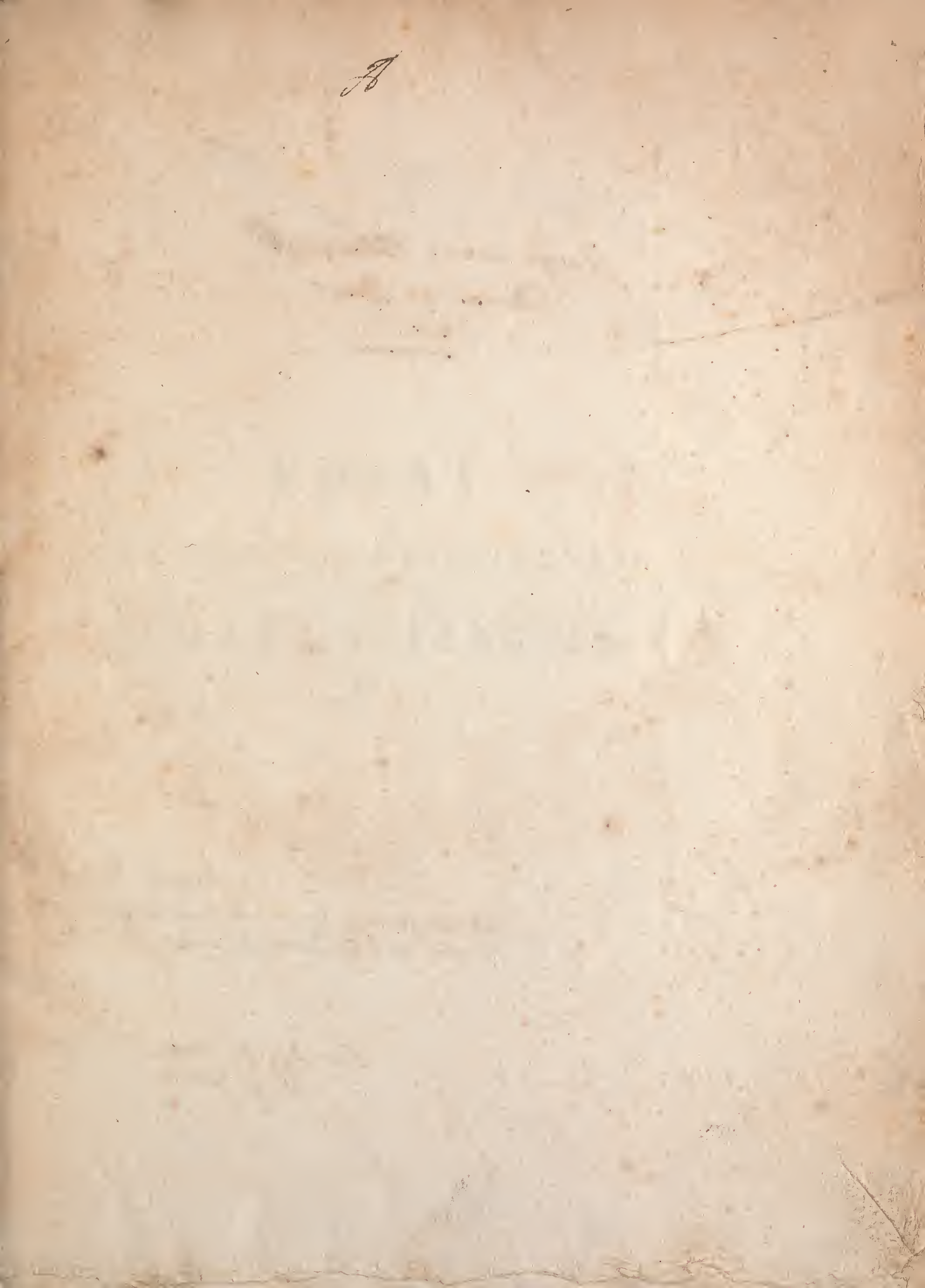




Joseph Antoine Fantaguzzi
Docteur en Droit.
1811.

A. S. E. Le General Menou
Administrateur General de la 27 division militaire
Membre de l'Academie des Sciences de Turin

Hommage d'estime, et de Respect
de L'Auteur

# ESSAI

THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL

# SUR LE GALVANISME.



# ESSAI
## THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL
# SUR LE GALVANISME,

AVEC UNE SÉRIE D'EXPÉRIENCES

FAITES EN PRÉSENCE DES COMMISSAIRES DE L'INSTITUT NATIONAL DE FRANCE,
ET EN DIVERS AMPHITHÉATRES ANATOMIQUES DE LONDRES,


## PAR JEAN ALDINI,

PROFESSEUR EN L'UNIVERSITÉ DE BOLOGNE,
DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA RÉPUBLIQUE ITALIENNE,
DES SOCIÉTÉS GALVANIQUE ET ACADÉMIQUE DES SCIENCES DE PARIS,
DES SOCIÉTÉS DE MÉDECINE DE PARIS ET DE LONDRES,
DE L'ATHÉNÉE DES ARTS,
DES ACADÉMIES DE BOLOGNE, DE TURIN, MANTOUE, etc.


AVEC PLANCHES.




PARIS,

DE L'IMPRIMERIE DE FOURNIER FILS.

CHEZ { LES PIRANESI, PLACE DU TRIBUNAT, N.° 1354.
JOSEPH LUCCHESINI, LIBRAIRE, A BOLOGNE.

AN XII. — M. DCCCIV.

# A BONAPARTE.

CITOYEN PREMIER CONSUL ET PRÉSIDENT,

*Il sera mémorable à jamais dans les fastes de l'Histoire du Galvanisme le jour où, descendu à peine en Italie, vous me permîtes d'en développer devant vous les principales expériences au milieu des vastes occupations militaires et politiques dont vous étiez environné. Le souvenir de cette époque honorable m'enhardit à vous*

*dédier cet Ouvrage. L'appui que vous accordez à toutes les Sciences, est aussi dirigé vers les progrès du Galvanisme : les monuments que vous élevez à sa gloire, sont grands, sont dignes de vous. L'hommage que je vous présente n'est donc que l'expression de la reconnaissance publique, et à-la-fois un tribut que je rends à la mémoire de* GALVANI, *dont la découverte, agrandie sous vos auspices, ira, avec votre nom, à l'immortalité.*

Daignez agréer

Mon profond respect,

ALDINI.

# INTRODUCTION.

La manière dont les découvertes naissent et se propagent dans le vaste champ des sciences et des arts, offre l'idée la plus avantageuse de la grandeur de l'esprit humain. Le germe imperceptible d'une plante utile reste souvent inconnu pendant des siècles, jusqu'à ce qu'il passe entre les mains habiles d'un homme qui lui donne la culture convenable à son développement et à sa reproduction. Ainsi les idées les plus simples sont, pour l'homme de génie, le germe inaperçu des plus belles productions intellectuelles. La physique moderne vient à l'appui de cette vérité.

Le célèbre professeur Galvani, d'après de très-simples observations, aidé de ses talents et de son industrie, a fixé, par sa brillante découverte, une époque mémorable dans la science. Guidé par la noble ambition de reculer les bornes des connaissances humaines, il se livra à un grand travail, que les limites ordinaires de la vie



ne lui laissaient pas même l'espoir d'achever.

Pénétré d'un vif desir d'être utile, il ne songea qu'à donner les premières notions d'un nouveau systême en physiologie; elles pourront servir de flambeau aux savants, pour les diriger vers de plus grandes découvertes. Il rappelait que les soupçons de l'infortuné Galilée tracèrent la route à Torricelli, qu'à ses travaux succédèrent ceux de Pascal, de Boyle, d'Otto-Guerick, et que ceux de ces savants furent suivis des derniers ouvrages de Priestley, de Cavallo et de Lavoisier, qui ont répandu le plus grand jour sur la théorie des fluides aériformes.

Chaque partie de la science, et principalement la théorie de l'électricité animale, nous offre le même tableau. Car, qu'était l'électricité lorsque Thalès le Milésien en fit la découverte? et que devint-elle pendant une longue suite de siècles, entre les mains de Pline, Strabon, Dioscoride et Plutarque? Ce ne fut, pendant ce long intervalle, qu'un germe enfoncé dans une terre, qui attendait des mains plus heureuses pour le mettre en valeur; et les hommes célèbres qui l'ont fait croître et s'élever, les Gilbert, les Muschenbroëck, les Nollet, n'avaient pas même l'idée de

la quantité de fruits que devaient en retirer, Delibard, Franklin et Volta, dont les nombreux travaux embrassent les principaux phénomènes de la nature.

Galvani a fait sortir de ce vaste tronc une branche nouvelle : il l'a cultivée avec tout le zèle de de l'homme industrieux qui travaille sur son propre fonds, avec toute l'intelligence d'un génie observateur, qui croit avoir saisi un des fils qui peuvent conduire aux plus grands secrets de l'organisation animale, et de la vie.

L'espoir le plus cher à son cœur était de faire tourner sa découverte au profit de l'espèce humaine, et de trouver, dans l'économie animale elle-même, les moyens de réparer la plupart des désordres auxquels elle est sujette.

La mort jalouse a surpris ce philosophe presqu'au commencement de ses travaux; mais c'était déja trop tard pour rendre sa découverte inutile : elle est actuellement entre les mains de tous les savants de l'Europe un instrument qui ne peut désormais se perdre, et qui, tous les jours mieux connu, sera enfin mis en valeur.

Témoin et coopérateur des travaux de mon illustre parent, je n'ai pu demeurer étranger aux

progrès qu'il a fait faire à la science. J'y ai ajouté quelques expériences propres à la conduire au but qu'il se proposait. Ce sont ces faits que je livre sans réserve aux savants, qui pourront les apprécier. Puissé-je, par les recherches que j'ai faites, et par celles que je projette, ne pas demeurer en reste avec eux, et porter à la masse commune un tribut que n'eût pas désavoué le philosophe dont la perte, en m'accablant des plus justes regrets, m'a laissé une grande tâche à remplir; celle de soutenir sa gloire, et d'utiliser ses découvertes!

Maintenant pour donner une idée précise de mon ouvrage, et pour y mettre de l'ordre et de la clarté, autant qu'il est possible, je le divise en trois parties. La première montre l'action du galvanisme indépendamment des métaux, et quelques-unes de ses propriétés générales. Dans la seconde, j'emploie le pouvoir du galvanisme à exciter les forces vitales. Dans la troisième, je propose des applications utiles de cet agent à la médecine, et je développe les principes qui servent d'appui à une nouvelle administration du galvanisme médical.

Plusieurs résultats qui ne pouvaient pas conve-

nablement être placés dans ces trois parties, feront le sujet d'un appendice, dans lequel je décrirai en même temps quelques appareils nouveaux, soit physiques, soit chimiques, très-propres à développer la théorie du galvanisme.

J'ai pensé qu'il était à propos de classer dans la première partie de cet Essai mes expériences, de manière qu'elles servissent à établir une série de propositions, dont chacune tendît à démontrer les différentes propriétés du galvanisme. C'est à quoi se sont bornés mes efforts, ne croyant pas possible, dans l'état actuel de la science, de pouvoir offrir une théorie complète et rigoureuse. Cependant j'ai été quelquefois obligé de me livrer à des conjectures qui m'ont paru des conséquences nécessaires des faits précédemment observés.

La seconde partie comprend une longue suite d'expériences faites, après la mort, sur l'homme et sur les animaux, afin de comparer les effets du galvanisme, et du stimulus admis par Haller, sur les différents systêmes d'organes; mais j'ai principalement porté mon attention sur les méninges, le cerveau et le cœur. J'ai cru devoir insister d'autant plus sur ce point, qu'il est

depuis long-temps un objet de contestation parmi les physiologistes.

La pile imaginée par le professeur Volta, m'a fourni l'idée d'un moyen plus propre qu'aucun de ceux dont on s'est servi jusqu'à présent pour estimer l'action des forces vitales. J'ai fait sur des cadavres de suppliciés des expériences dont la physiologie pourra, je crois, retirer quelque utilité. La durée de la vitalité, persistant plus ou moins long-temps dans les différents organes, sa quantité variable dans chacun d'eux, leur mode naturel ou ordinaire d'action, changé par l'état pathologique, et diversement modifié, pour ainsi dire, par chaque action morbifique, sont autant d'objets dignes de toute l'attention de ceux qui se livrent à l'étude des lois régissant l'économie vivante. Tous offrent un vaste champ à nos recherches, que l'état avancé de nos connaissances ne peut laisser long-temps infructueuses. Nous possédons aujourd'hui un assez grand nombre de données pour pouvoir assurer qu'avec de la prudence et de la sagacité, nous obtiendrons des résultats qui nous conduiront à d'utiles applications.

J'aurais voulu étendre mes recherches beau-

coup plus que je ne l'ai fait, en prenant pour sujet de mes expériences plusieurs espèces d'animaux doués d'une grande énergie de contractilité : ainsi la tortue de mer aurait, la première, fixé mon attention; et j'ai même, dans le temps, engagé les physiciens anglais à s'occuper sérieusement de cet animal, et à l'étudier d'après l'ensemble des lumières acquises jusqu'à ce jour sur le galvanisme. Je ne doute pas non plus qu'on ne puisse, par ce moyen, parvenir, sinon à connaître parfaitement, du moins à beaucoup augmenter ce que nous savons de l'organisation des insectes et des coquillages.

Quelqu'avantageuse qu'eût pu paraître la découverte du galvanisme, en ajoutant à la somme de nos connaissances celle de cet agent stimulant, j'aurais été peu satisfait, s'il n'eût pas été possible de le tourner au soulagement de l'humanité souffrante. En considérant la manière énergique dont il agit sur les organes privés de la vie, on a été naturellement porté à lui prêter de l'influence sur ceux soumis encore à l'empire des forces vitales.

Il n'était pas moins naturel de les étendre en même temps aux circonstances où, par l'action

d'une cause quelconque, les fonctions ne se font plus librement, ou ne s'exercent plus d'une manière conforme aux vues générales de la nature. J'osai donc, comme beaucoup d'autres, concevoir des espérances sur la possibilité de son emploi dans certaines maladies; j'ai même fait diverses tentatives. Je l'ai administré dans quelques affections de nature différente, et, dans certains cas, j'en ai obtenu d'heureux résultats. Son application à l'homme malade formera l'objet de la troisième partie de mon Essai.

Les succès du galvanisme entre les mains des célèbres professeurs Pfaff, Humboldt, Vassalli, Ritter, Grapenghiesser, et de plusieurs autres, l'ont fait regarder trop prématurément comme une acquisition assurée pour la médecine. Cette décision précipitée lui a certainement fait tort, et ne peut qu'amener la défiance et le découragement. Pour peu qu'on veuille y faire attention, l'application du galvanisme est encore à son berceau, et peut-être serons-nous encore longtemps réduits à tâtonner. C'est pourquoi, dans la troisième partie de mon ouvrage, je m'occupe bien plus de ce qui reste à faire, que de ce qui a été fait et dit jusqu'à présent. Ce n'est qu'après

de mûres et de sages réflexions qu'on doit se permettre d'agir; et l'on ne saurait trop blâmer ceux qui emploient le galvanisme dans tous les cas indistinctement.

Un examen attentif, sévère et impartial, des effets de l'électricité ordinaire et du galvanisme appliqués à l'économie animale, justifiera la préférence que je donne à celui-ci sur l'électricité, pour l'usage médical. Quelques expériences entreprises pour en déterminer l'action sur les fluides aériformes, et dont j'ai donné l'aperçu dans l'appendice, serviront peut-être un jour mes desirs, en faisant connaître le véritable mode d'action de certaines substances médicamenteuses dans quelques cas pathologiques. Enfin je pense que l'influence du galvanisme sur les systêmes nerveux et musculaire, est aujourd'hui assez constatée, pour qu'on puisse le proposer avec quelque confiance dans l'asphixie et l'aliénation mentale par mélancolie.

Telle est, en peu de mots, l'analyse de l'Essai que je présente au public; tel est l'exposé de mes recherches et de mes expériences: elles n'ont été dirigées ni par enthousiasme

pour une découverte nouvelle, ni par esprit de systême, mais bien par des vues philanthropiques, par le desir d'étudier, de connaître la nature, et par l'amour de la vérité.

---

# ESSAI
## THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL
# SUR LE GALVANISME.

---

## PREMIERE PARTIE.

### DE LA NATURE ET DES PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU GALVANISME.

### PROPOSITION I.

*Les contractions musculaires sont excitées par le développement d'un fluide dans la machine animale, lequel est conduit des nerfs aux muscles sans le concours et sans l'action des métaux.*

GALVANI fait sentir la nécessité de regarder comme effet de l'action d'un fluide l'excitement des contractions musculaires. Le développement de ces contractions sans contact immédiat des parties animales entre elles, et par la seule communication établie entre des armatures métalliques, appliquées sur les nerfs et les muscles, démontrait en effet son assertion d'un manière assez évidente. La nature des arcs, tantôt déférents, et tantôt cohibents, prouvait encore plus rigoureusement les qualités du fluide



excitateur. Aussi Galvani jeta le fondement d'une science nouvelle; et la force excitée d'après ses principes, pour rendre hommage à la mémoire de son inventeur, reçut généralement le nom de Galvanisme.

J'adopterai cette dénomination sans chercher, du moins pour le moment, à examiner s'il y a parité ou non entre le galvanisme et l'électricité, et s'il faut admettre ou exclure l'identité de ces deux principes d'action. Galvani, dans son premier mémoire, a qualifié le principe galvanique du nom d'électricité animale. Suivant lui, ce fluide, soumis à l'influence des forces vitales, en reçoit des modifications particulières. L'observation qu'il fit presqu'en même temps que sa découverte, de la propriété singulière qu'avaient les armatures métalliques d'augmenter considérablement l'intensité de l'action du galvanisme, le porta à les employer dans toutes ses expériences; ce en quoi il fut imité par la plupart de ceux qui les ont répétées depuis, ou qui en ont fait de nouvelles. On a cependant essayé d'exciter des contractions dans les muscles sans employer aucune action des métaux, et ces expériences ont été faites sur des animaux à sang froid; mais, ce qu'on n'a pas essayé jusqu'à présent, et que je crois avoir tenté le premier, c'est le développement de ces contractions, au moyen de matières animales provenant d'un individu à sang chaud. Ce sont les recherches que j'ai faites à ce sujet, qui formeront l'objet principal de cette proposition. J'espère, à l'aide des expériences que je vais rapporter, pouvoir démontrer, par une nouvelle méthode, l'existence et la

circulation du fluide exictateur des contractions musculaires.

I.ère EXPÉRIENCE.

Je prends la tête d'un bœuf récemment assommé. (pl. 1, fig. 1.) Dans une de ses oreilles, j'enfonce un de mes doigts humecté d'eau salée, tandis que l'autre main soutient une grenouille préparée de manière que sa moelle épinière touche le dessus de la langue du bœuf: j'observe d'abord de très-vives convulsions dans la grenouille ; en séparant l'arc, toute contraction cesse.

L'expérience réussit encore mieux en conduisant l'arc, de la langue du bœuf à sa moelle épinière. Cette méthode a été fort utile pour essayer le galvanisme sur plusieurs veaux.

II. EXP.

J'ai conduit l'arc dans le tronc d'un veau (pl. 1, fig. 2.) des muscles de l'abdomen à la moelle épinière, avec une grenouille préparée et disposée d'après la méthode ordinaire. La grenouille a été vivement affectée; les contractions ont été de même très-fortes quand l'arc était composé d'une chaîne de plusieurs personnes unies ensemble par les mains humectées d'eau salée.

III. EXP.

J'ai combiné, par le moyen d'un seul arc d'humidité, les têtes de deux ou trois veaux, et j'ai remarqué que le gal-

vanisme s'exerçait avec plus de force; car une grenouille qui n'était point affectée en touchant une seule tête, éprouvait de fortes contractions quand elle était appliquée au système de plusieurs têtes combinées ensemble.

### IV. EXP.

Je crois qu'il est à propos d'ajouter ici une observation assez intéressante que je fis dernièrement à Paris, en compagnie du professeur Huzard, et en présence des commissaires de l'Institut National. J'ai approché des muscles cervicaux de la tête coupée d'un cheval, la moelle épinière d'une grenouille préparée: la convulsion musculaire n'eut jamais lieu en cet état; mais si au même temps une autre personne touchait avec une main humectée d'une dissolution de muriate de soude la moelle épinière du cheval, les convulsions dans la grenouille paraissaient constamment.

## PROPOSITION II.

Le galvanisme excité dans les expériences précédentes n'est dû ni à la communication, ni à la transfusion de l'électricité générale, mais à une électricité propre aux animaux, qui joue un très-grand rôle dans l'économie animale.

Galvani voulut mettre en évidence l'électricité propre aux animaux, en n'employant, pour exciter les contractions musculaires, que des arcs et des armatures isolés. Il poussa l'attention jusqu'à préparer les grenouilles avec des corps idio-électriques, et il parvint à obtenir des con-

tractions sur des animaux qu'il avait plongés dans l'huile: il m'invita à exciter de pareilles contractions dans le vide isolé. J'ai déja rendu compte de ces expériences dans deux mémoires que j'ai publiés vers la fin de 1794.

Le but de toutes ces précautions était d'annuller les effets résultants de toute autre électricité que celle propre aux animaux; cependant elles permettaient encore de douter si les armatures métalliques elles-mêmes n'y exerçaient pas une influence étrangère. Les expériences suivantes, en effaçant tous les doutes, démontrent d'une manière plus rigoureuse la proposition déja énoncée.

### V. EXP.

Soit sur une table isolée le tronc d'un veau : je lui fais une section longitudinale dans la poitrine (pl. 1, fig. 2.) pour avoir une longue suite de muscles à découvert; alors je dispose deux personnes isolées, de manière que l'une touche avec un doigt humecté d'eau salée la moelle épinière du veau , et l'autre approche la moelle épinière de la grenouille des muscles du tronc. Toutes les fois qu'on établit cet arc, il y a constamment dans la grenouille une contraction musculaire. Quand les deux personnes ne se tiennent plus par la main, les contractions cessent. J'ai répété avec le même succès l'expérience sur la tête isolée d'un bœuf, en conduisant l'arc de la moelle épinière à la langue. Les grenouilles ont aussi été vivement affectées en faisant l'expérience sur le tronc isolé de différents volatiles.

Je crois que ce genre d'expériences est décisif pour prouver que le Galvanisme est un fluide propre à la machine animale, indépendant de l'influence des métaux, et de toute autre cause étrangère.

En effet, nous n'avons, dans ces expériences, que quelques machines animales, combinées de manière qu'il en résulte de vives contractions dans la grenouille ; tous les corps sont isolés, et par conséquent l'on ne peut soupçonner qu'elles proviennent de l'influence directe du principe général qui maîtrise tous les corps de la nature. Ainsi donc, soit que l'on attribue l'action à la chaîne animale formée par les bras de l'homme, ou à la pile animale formée par le tronc du veau, l'on sera toujours forcé de reconnaître l'action d'un principe qui tient à l'organisation de la machine animale sans aucune dépendance des métaux. Ce fait prouve évidemment qu'il existe dans la machine animale un principe que les physiciens peuvent, dans leurs expériences, exciter et diriger à leur gré par certains procédés, mais que la sage nature met en jeu dans l'être vivant, d'une manière cachée et encore plus merveilleuse. Voilà donc un fluide puissant, formé, développé, et conduit par l'action des forces animales, puisque ces parties, séparées du réservoir commun de l'électricité générale, ont néanmoins par elles-mêmes la faculté de le reproduire et de le faire circuler d'une manière propre à exciter des convulsions musculaires.

## PROPOSITION III.

Le galvanisme, indépendamment des métaux, se développe vivement par le moyen de la machine animale humaine.

Saussure a examiné l'électricité animale : il ne s'est servi que des électromètres ordinaires. La physique moderne nous offre un moyen beaucoup plus sensible, à l'aide des condensateurs. J'ai déja imaginé quelques expériences que je me propose de répéter avec les appareils que le célèbre professeur Cavallo a fait exécuter à Londres : J'ai eu occasion de faire part à ce savant de mes idées à cet égard ; et je ne doute pas qu'ils ne me soient d'un grand secours dans mes recherches ultérieures. En attendant, je me suis borné à combiner l'action des animaux à sang froid avec celle des animaux à sang chaud, en regardant toutefois les grenouilles préparées, comme l'électromètre le plus sensible pour mesurer la force du galvanisme.

### VI. EXP.

Si l'on prend à la main, après l'avoir humectée d'eau salée, les muscles d'une grenouille préparée, et que l'on approche du bout de la langue les nerfs cruraux, on voit d'abord de vives contractions dans la grenouille. On pourra éloigner le soupçon de tout stimulant, en répétant l'expérience avec la grenouille, à la main isolée : alors les contractions musculaires cessent, pourvu que l'action du gal-

vanisme dans la grenouille, ou dans la machine humaine, ne soit pas extraordinaire; parce que l'on pourrait, dans ce cas, obtenir des contractions sans établir l'arc des nerfs aux muscles, comme nous le verrons ailleurs.

### VII. EXP.

D'une main humectée d'eau salée, je tiens les muscles d'une grenouille préparée, et j'approche des nerfs cruraux un doigt de l'autre main, bien humectée. Si la grenouille est très-vigoureuse, les nerfs cruraux s'approchent peu-à-peu de la main, et il y a de fortes contractions au point du contact. Cette expérience démontre l'existence d'une espèce remarquable d'attraction, observée non-seulement par moi-même, mais aussi par ceux que j'ai invités à vouloir bien la répéter.

Le célèbre Félix Fontana, auquel j'avais fait part en Italie de mes observations, m'a déja écrit depuis que je suis à Paris, qu'il avait vérifié ce fait, et qu'il s'occupait de son analyse.

En répétant à Oxford quelques-unes de mes expériences sur le galvanisme, en présence du professeur Christopher Pegg, et du docteur Bancroft, j'ai pu constater une assez forte attraction galvanique, produite par l'approchement des nerfs cruraux d'une grenouille, aux muscles abdominaux d'un lapin. Dans la série d'expériences que j'ai entreprises dernièrement dans l'amphithéâtre anatomique des hôpitaux Guy et St.-Thomas, à Londres, j'ai eu occasion de m'assurer encore davantage de l'existence de ce phéno-

mène. Les expériences, variées et modifiées au gré de quelques professeurs qui y assistèrent, ont constamment fourni les mêmes résultats.

Ces observations m'engagent à publier ce nouveau fait, et à le soumettre aux sages réflexions des physiologistes ; je crois que M. Humboldt pourra y trouver de quoi consolider davantage son ingénieuse théorie sur l'atmosphère galvanique. Ce professeur avait mis des nerfs et des muscles sur le bord de deux supports de verre placés horizontalement; il vit qu'en les approchant l'un de l'autre, il excitait des contractions même avant le contact immédiat des parties animales; et s'il n'a pas aperçu l'attraction dont je parle, c'est que la nature de ses expériences ne le lui permettait pas, puisque les nerfs n'étant pas isolés, ne pouvaient s'élancer librement vers les muscles.

Maintenant, si les expériences de M. Humboldt et les miennes prouvent l'existence d'une atmosphère galvanique, ne pourrait-on pas concevoir comment on peut exciter de la douleur en appliquant seulement un instrument de chirurgie dans l'atmosphère d'une branche nerveuse, sans la toucher immédiatement? et cela ne pourrait-il pas contribuer à l'explication de quelques phénomènes extraordinaires des sensations?

### VIII. EXP.

J'ai répété sur le cadavre d'un criminel décapité les observations que j'avais faites sur la tête et sur le tronc d'un bœuf. J'ai établi un arc de la moelle épinière aux muscles :

une grenouille préparée faisait partie de cet arc. J'obtins toujours de fortes contractions sans le concours de la pile, sans la plus petite influence des métaux. J'ai observé en proportion le même résultat sur des hommes morts naturellement.

IX. EXP.

Que quatre personnes, ou plus, qui se tiennent par les mains humectées d'une dissolution de muriate de soude forment une longue chaîne animale ; que la première tienne à la main les muscles d'une grenouille préparée : si la dernière personne, placée au bout opposé de la salle, touche la moelle épinière ou les nerfs cruraux, les contractions ont lieu ; si l'on interrompt la chaîne animale, les contractions cessent à l'instant.

## PROPOSITION IV.

L'on peut exciter les contractions musculaires sans établir selon la méthode ordinaire, un arc des nerfs aux muscles.

X. EXP.

Je fis découvrir dans le tronc d'un supplicié le muscle biceps, et j'en approchai la moelle épinière d'une grenouille préparée : (pl. 4, fig. 1.) elle fut contractée avec une force que je n'avais jamais obtenue dans les animaux à sang chaud. J'ai répété l'expérience étant isolé, et je n'ai jamais aperçu la plus petite contraction. J'ai observé les mêmes phénomènes sur la tête d'un bœuf qui jouissait d'une vitalité extraordinaire.

## PROPOSITION V.

Les effets du galvanisme, dans les expériences précédentes, ne dérivent nullement de l'action de quelque stimulant que l'on rencontre en approchant les nerfs des muscles.

### XI. EXP.

Dans l'expérience de la grenouille approchée du biceps du *supplicié*, mis à découvert, faites toucher tout autre corps à la grenouille, elle restera immobile : ce qui prouve que la contraction n'est pas l'effet du contact de la moelle épinière et du muscle. Pour achever de prouver la nullité de l'action des stimulants dans les expériences précédentes, j'ai pris deux grenouilles, et j'ai placé les extrémités de l'une sur la moelle épinière de la seconde, mise en communication, par cette même partie, avec les muscles découverts d'une tête de bœuf qui avait beaucoup de vitalité : la contraction s'étendit aux deux grenouilles ; et cependant le stimulus n'a pu évidemment agir que dans la seconde.

## PROPOSITION VI.

La seule application des nerfs sur les muscles, sans l'intermédiaire d'aucun corps, peut développer le galvanisme.

Plusieurs physiciens, et nommément Galvani, Valli, Humboldt, Volta, ont cherché à obtenir cet important résultat. Le professeur Volta même, dans une lettre qu'il m'adressa en 1788, dans le journal Brugnatelli, reconnaît

que les diverses parties animales, indépendamment des métaux, peuvent exciter le galvanisme.

Galvani, peu de mois avant sa mort, proposa deux méthodes ingénieuses, qu'il me démontra lui-même. Malheureusement tout cela a été inutile pour détruire l'incrédulité de plusieurs physiciens qui ont confondu long-temps le galvanisme avec l'électricité des métaux, croyant que toute contraction part de l'irritation métallique. C'est pour cela que j'annonce avec confiance ma méthode qui met tout le monde à portée de constater par soi-même la vérité de ma proposition.

XII. EXP.

Je prends une grenouille préparée suivant la méthode ordinaire (pl. 1, fig. 3.); et, tandis qu'une main soutient la moelle épinière, l'autre fait un angle du pied et de la cuisse, de manière que les muscles de la jambe touchent les nerfs cruraux. A ce contact il s'excite aussitôt, à l'extrémité abandonnée à elle-même, de fortes contractions et un véritable carillon électrico-animal, lequel dure à proportion des divers degrés de vitalité. Il est nécessaire, dans cette expérience comme dans les suivantes, que les grenouilles soient robustes, pleines de vitalité, et que les muscles ne soient pas surchargés de sang.

XIII. EXP.

En observant ce que je viens de dire ci-dessus, on obtiendra des mouvements très-forts, qu'il faut bien se garder

d'attribuer à l'action excitée par le contact du nerf avec le muscle. En effet, si l'on répète l'expérience en couvrant le muscle, à l'endroit du contact, avec une substance cohibente, les contractions cessent entièrement, et elles reparaissent si l'on détermine le contact du nerf à la substance musculaire. En faisant cette expérience en public, j'ai observé plusieurs fois plus de deux cents contractions consécutives que je n'obtenais point par le contact du muscle avec une substance déférente, et même avec une plaque de métal.

Pour assurer l'effet de cette expérience intéressante, il faut préparer les nerfs avec toute la promptitude possible, en les dégageant de toute substance étrangère. Il est bon aussi d'approcher les nerfs, non pas à un seul, mais à plusieurs points du muscle, dans toute sa longueur. On observe encore que le contact des nerfs aux tendons augmente souvent les contractions musculaires. J'ai eu pour témoins des expériences ci-dessus beaucoup de professeurs habiles, entr'autres Brugnatelli et Carcano qui, avec toute la délicatesse qui leur est propre, ne manquèrent pas de me faire des observations pleines de sagacité sur la précision plus ou moins grande de mes observations. Le professeur Brugnatelli craignit qu'ayant par hasard touché auparavant des métaux, il ne fût resté à mes doigts quelques parcelles métalliques, qui servaient, en quelque façon, d'armature invisible, et suffisaient elles-mêmes pour exciter des contractions musculaires. Je détruisis ce soupçon en plongeant à plusieurs reprises mes mains dans

l'eau, afin d'en détacher toute substance étrangère. Ensuite il observa que l'humidité animale, indépendamment de la circulation du galvanisme, des nerfs aux muscles, pouvait par elle-même exciter des contractions ; et il exigea que les nerfs cruraux fussent lavés dans l'eau commune. On fit ce qu'il desirait à cet égard ; et enlevant extérieurement, par le moyen proposé, l'humidité propre aux nerfs, on obtint cependant de très-vives contractions, comme le susdit professeur s'en convainquit en répétant lui-même plusieurs fois l'expérience.

### XIV. EXP.

Pour éloigner tout soupçon qu'une action étrangère, indépendamment des forces de la machine animale, puisse être transmise par la personne qui tient à la main la grenouille préparée, j'ai approché les nerfs des muscles, après avoir isolé ces parties avec des tuyaux de verre, (pl. 7, fig. 4). La grenouille, comme à l'ordinaire, s'est contractée. Le même phénomène a lieu quand deux grenouilles attachées l'une à l'autre, et suspendues par un support de verre, sont touchées par le moyen d'un arc animal isolé. ( pl. 7, fig. 1. )

### XV. EXP.

En préparant comme à l'ordinaire une grenouille, je coupai un de ses nerfs cruraux, de manière que le tronc était uni à l'épine médullaire, moyennant l'autre nerf resté intact, et de plus, par un vaisseau sanguin qui était contigu

et parallèle au nerf coupé. Je répétai de cette manière l'expérience ci-dessus; et, quoiqu'il n'y eût qu'un seul nerf en contact avec les muscles, j'obtins les mêmes résultats.

### XVI. EXP.

En faisant une ligature vers la moitié des nerfs cruraux, j'ai appliqué un de ces nerfs sur la ligature aux muscles correspondants, et j'ai eu de fortes contractions, lesquelles n'avaient plus lieu quand la ligature se faisait étroitement au point de l'insertion des nerfs dans les muscles de la cuisse.

Je crois convenable d'avertir que le professeur Galvani et moi avions cherché depuis long-temps à obtenir des contractions sans l'intervention des métaux. Nos recherches étaient déja avancées dès l'an 1794; et ce fut d'après son invitation, que je démontrai ensuite ce fait dans mes leçons publiques de physique expérimentale, à l'Institut des sciences de Bologne, comme le prouve un de mes Mémoires, inséré à cette époque dans les Opuscules de Milan. « J'ai plongé une grenouille préparée dans une forte solution de muriate de soude, jusqu'à ce qu'il s'excitât de vives contractions dans les muscles. Alors je la retirai de la dissolution; et, prenant à la main une extrémité, je laissai pendre l'autre librement. Dans cette situation, avec un cylindre de verre j'élevai les nerfs de manière qu'ils ne touchaient pas les muscles : j'ôtai tout-à-coup le cylindre; et toutes les fois que les nerfs et la moelle épinière tombaient sur les parties musculaires, il s'excitait

une contraction. Il n'est pas difficile d'éloigner le soupçon d'un stimulant mécanique, produit par l'action du sel ou la chute des nerfs ; car j'ai laissé tomber les mêmes nerfs sur les muscles d'une autre grenouille préparée, et je n'ai obtenu aucun mouvement, quoique l'action du sel fût la même, et la chute encore plus violente. »

Je ne dois pas dissimuler que la seule action des sels produisait souvent des contractions spontanées dans les grenouilles qui y étaient plongées. Aussi a-t-il fallu prendre une foule de précautions pour assurer la fidélité des résultats de ces expériences. Ceci me fit abandonner toute tentative jusqu'au moment où, par la même méthode, j'ai obtenu les mêmes contractions sans employer de solutions salines. Je crois que la physiologie doit au professeur Galvani les premières idées qui regardent l'excitation des convulsions musculaires sans les métaux; et je me propose de détailler dans mon histoire du galvanisme ses travaux multipliés concernant cet objet.

## PROPOSITION VII.

L'hétérogénéité des métaux contribue beaucoup à exciter plus aisément les contractions musculaires ; mais elle n'est pas absolument nécessaire à leur production.

Je pourrais démontrer directement la proposition par les expériences que j'ai publiées autrefois sur les contractions excitées avec du mercure bien purifié. Je puis assurer qu'elles ont été répétées de plusieurs manières par le célèbre Humboldt. Je suis bien aise néanmoins d'examiner

l'influence des armatures, par le moyen des métaux hétérogènes : ainsi, je démontrerai qu'elle ne peut pas par elle-même produire l'effet des contractions musculaires.

XVII. EXP.

Je place sur une table plusieurs grenouilles préparées, et disposées parallélement les unes aux autres, de sorte que tout le systême des nerfs se trouve d'un côté, et celui des muscles de l'autre (pl. 7, fig. 2.) Appliquant deux armatures, j'établis un arc métallique à la première de ces grenouilles; aussitôt, non-seulement la première, mais toutes, éprouvent une convulsion musculaire. Je répète l'expérience de manière que le systême de la moelle épinière et des muscles ne soit pas d'un seul côté, mais disposé irrégulièrement, de façon que tantôt la moelle épinière de l'une touche les muscles de l'autre ( pl. 7, fig. 3. ) ou *vice versâ;* alors j'obtiens des convulsions seulement dans quelques grenouilles, et non dans tout le systême des grenouilles préparées. Cette expérience démontre que l'effet ne dérive nullement de l'action des métaux, parce que l'électricité métallique devrait seulement agir sur la première grenouille, et non pas sur les autres, dans le premier cas; et dans le second, elle devrait les mouvoir toutes ensemble, ou les laisser toutes immobiles. Les contractions dans les susdites expériences, ont encore lieu quand les grenouilles sont séparées les unes des autres, et communiquent ensemble par une dissolution d'ammoniac.

Je passe aux expériences que je crois les plus propres à

établir l'analogie qui se trouve entre l'électricité et le galvanisme.

## PROPOSITION VIII.

La bouteille de Leyde, la pile, et les substances animales, ont la faculté d'absorber des principes de l'air atmosphérique.

Dans l'examen de l'action du galvanisme, de l'électricité, et des substances animales sur l'air atmosphérique, je ne hasarderai ni raisonnements, ni conjectures propres à développer ce phénomène; je me bornerai à rappeler des faits à l'appui de ma proposition, sans déterminer précisément l'influence d'autres principes, qui, conjointement au galvanisme, contribueront peut-être à produire les effets que j'ai obtenus.

### XVIII. EXP.

Par le moyen d'une pointe métallique j'électrisai la surface intérieure d'un gobelet de cristal, que je renversai, et que je mis sur un plat métallique, en formant un plain isolé. En peu de temps je vis l'eau s'élever de quelques lignes dans le verre; et dès-lors je me flattai d'obtenir des effets remarquables par quelque autre méthode.

En conséquence je soumis à l'expérience une bouteille de Leyde, de la hauteur de sept pouces, et d'environ trois de diamètre, garnie de l'armature ordinaire d'étain, et d'un conducteur extérieur qui terminait en pointe aiguë, d'où le fluide électrique s'échappant, pouvait facilement se joindre aux principes de l'air atmosphérique, avec les-

quels il avait plus d'affinité. J'électrisai ensuite cette bouteille, et je la couvris d'un récipient de cristal de telle grandeur, que ses parois ne pouvaient point affaiblir son électricité. J'en formai un plain isolé ; et au bout d'environ une demi-heure, je vis l'eau monter d'une manière très-sensible dans le récipient.

### XIX. EXP.

Ensuite j'ai chargé de nouveau, et de la même manière, la bouteille, laquelle ne se terminait plus en pointe, mais en sphère métallique; et l'ayant mise sous le récipient ordinaire, au bout d'environ une demi-heure je trouvai que l'élévation était beaucoup plus considérable. Afin de démontrer que cet effet ne pouvait provenir de l'eau employée pour former le plain isolé dans l'expérience précédente, j'y substituai le mercure; et, quoique les élévations fussent moindres, elles étaient cependant analogues à celles qui venaient d'être observées peu auparavant avec l'eau. Si l'on répète la même expérience avec une pareille bouteille qui ne soit pas électrisée, l'on pourra aisément se convaincre que l'élévation de l'eau dans la cloche ne doit pas être attribuée à une différence de température de l'air qu'on y a renfermé.

### XX. EXP.

Je place sous une cloche de verre pleine d'air une pile de 50 plaques d'argent et de zinc. Le lendemain j'observe une forte àbsorption d'eau de la hauteur de quelques

pouces. J'introduis alors dans le récipient une bougie qui s'éteint sur-le-champ. La pile, sans être arrangée de nouveau, est placée sous le même récipient; je forme le plain isolé : je remarque, après 24 heures, une sensible absorption d'eau; la bougie introduite me donne le même résultat. Replaçant la pile sous le même récipient, le troisième jour, et les jours suivants, je trouve son humidité conservée de façon qu'elle me donne, jusqu'au dixième jour, des résultats analogues. J'ai répété cette expérience avec le gaz oxigène, et j'ai trouvé, six jours après, que l'eau était montée dans la cloche à la hauteur d'un pied.

### XXI. EXP.

L'on peut parvenir aux mêmes résultats sans faire usage de grandes piles, ni de grandes cloches de verre : il suffit en général d'arranger alternativement quelques plaques de métaux hétérogènes. En effet, si vous mettez dans une cloche d'un pouce et demi de diamètre, et de trois pouces de hauteur, deux plaques de cuivre et de zinc, en faisant le plain isolé; deux jours après, l'eau s'élève d'environ un demi-pouce. Répétant l'expérience avec différents métaux, j'ai vu que l'absorption de l'air avait lieu plus ou moins, selon la différence de leur nature et de leur combinaison. Cela m'a fait imaginer de tenter une suite d'expériences avec différents métaux ; et j'espère pouvoir un jour former une table des différentes hauteurs, laquelle pourra déterminer jusqu'où ils sont susceptibles d'oxidation. Cependant, pour établir avec précision les divers degrés

d'oxidations, il ne faut pas employer des monnaies mêlées d'alliage ; il faut soumettre aux observations des métaux purs, en formant de petites piles, placées sous des cloches égales, et à la même température de l'atmosphère. Jusqu'à ce qu'il me soit démontré que l'absorption de l'oxigène, dans ces dernières expériences, est un effet purement chimique, et tout-à-fait séparé de l'action du galvanisme, je pense pouvoir en profiter pour prouver l'analogie.

XXII. EXP.

L'ingénieuse théorie de Girtanner, qui attribue la cause des contractions musculaires à l'oxigène ; les belles expériences par lesquelles le professeur Humboldt ranime la force musculaire avec l'acide muriatique oxigéné ; et celles qu'a faites à ce sujet le célèbre Fourcroy, m'engagèrent à examiner la combinaison obtenue par l'oxigène sur les fibres musculaires, dans l'état de la plus grande vitalité. J'adaptai à une cloche de cristal (pl. 1, fig. 4.) un fil métallique recourbé, duquel pendaient quatorze grenouilles préparées avec la plus grande promptitude, et presqu'au même instant, par moi et par plusieurs de mes élèves ; et ayant fait un plain non communiquant, je trouvai, au bout de vingt-quatre heures, l'eau élevée dans la cloche à la hauteur d'environ un demi-pouce.

XXIII. EXP.

J'ai répété, avec le même succès, l'expérience ci-dessus sur les animaux à sang chaud; j'y ai soumis les extrémités

de différents poulets, desquelles on avait auparavant séparé les nerfs cruraux. Les élévations de l'eau dans le plain non communiquant, sont beaucoup moindres quand on emploie les fibres de ces animaux dont on a auparavant affaibli la vitalité.

### XXIV. EXP.

Dans les suppliciés je n'ai pas manqué de soumettre les fibres nerveuses et musculaires, et même la substance du cerveau, à l'action du plain non communiquant. Les élévations de l'eau ont été remarquables avec les différentes substances soumises aux expériences, lesquelles, selon leurs différents caractères, ont exercé une action diverse sur l'oxigène. Ce fait, observé sur les divers fluides aériformes, pourra exciter la curiosité des physiologistes à entreprendre des expériences délicates, et propres à déterminer l'affinité diverse qui conduit les substances animales à la combinaison avec l'oxigène.

### XXV. EXP.

Il me semblait que les poissons, et principalement la torpille, devaient présenter avec plus d'éclat, dans le plain non communiquant, les effets indiqués. L'éloignement de la mer m'empêchait de compléter mes essais à cet égard. Je racontai au professeur Joseph Mojon, de Gènes, l'expérience que je projetais ; il ne manqua pas de la faire : il vient de m'en annoncer les résultats par une lettre dont voici le contenu.

« Je pris une forte torpille, et, aussitôt qu'elle fut morte, j'armai les nerfs avec les armatures ordinaires; l'ayant placée sur un isoloir un peu élevé au-dessus de l'eau, je la couvris avec une cloche de cristal, de la capacité de 432 pouces cubes, (pl. 1, fig. 8.) Bientôt j'observai, à ma grande surprise, que l'eau sous le plain isolé commençait à monter progressivement pendant un intervalle d'environ dix heures; et, au bout de quarante-huit heures, l'eau s'était élevée à la hauteur d'un pouce, en occupant le neuvième de la capacité totale de la cloche, c'est-à-dire 48 pouces cubes. J'analysai l'air qui restait, et je trouvai que la cloche ne contenait plus que 80 pouces cubes de gaz oxigène, et 324 de gaz azote: ainsi, pendant cet espace de temps, plus des deux cinquièmes du gaz oxigène, contenu dans la cloche, avaient été absorbés. »

Je me propose d'aller tout exprès à la mer, pour répéter moi-même l'expérience sur la torpille, sans aucune armature, et de faire, à ce sujet, plusieurs essais concernant de nouvelles vues sur le galvanisme. En général, je crois nécessaire de soumettre de nouveau aux expériences différentes parties animales, plongées dans divers fluides aériformes, en fixant leurs diverses combinaisons selon la force du galvanisme, dont elles sont fournies.

# PROPOSITION IX.

La flamme empêche l'action de la bouteille de Leyde, de même que celle de la pile, et des contractions musculaires.

## XXVI. EXP.

J'ai placé sur un tabouret isolant une bougie allumée; et, faisant passer par la flamme le crochet de l'armature intérieure d'une bouteille de Leyde électrisée, j'ai trouvé que, sans le secours de l'arc, elle perdait une portion de son électricité. Si l'on répète l'expérience, en sorte que la flamme interrompe l'arc entre les deux armatures, la bouteille se décharge tout-à-fait sans que les bras de la personne, qui font partie de l'arc, ressentent la moindre secousse.

## XXVII. EXP.

J'ai mis au sommet de la pile un canal circulaire de laiton, qui contenait de l'esprit-de-vin. Ainsi la pile se terminait par une flamme vive, de laquelle j'approchai un conducteur métallique, tandis que de l'autre main je touchais la base de la pile : le galvanisme se refusa constamment à mes essais, et la même chose arriva en substituant à l'esprit-de-vin la flamme d'une bougie ordinaire. Il est bon de remarquer que la flamme ne diminuait pas l'action du galvanisme quand on faisait l'arc à la plaque qui était au sommet de la pile.

XXVIII. EXP.

J'ai déja prouvé, par une suite d'expériences adressées au célèbre Lacépède, que la flamme qui interrompt l'arc appliqué aux nerfs et aux muscles d'une grenouille, ne permet pas les contractions musculaires. J'ai répété l'expérience, avec le même succès, sur plusieurs animaux à sang chaud, et même sur la torpille : j'ai remarqué que la flamme interposée dans l'arc qui touche le ventre et le dos de la torpille, empêche les secousses électriques.

## PROPOSITION X.

Un arc composé de fluides déférents, appliqué entièrement au système de la pile ou des parties animales, n'empêche pas l'action du galvanisme.

Les expériences des physiciens avaient déja appris que la tourmaline, plongée dans l'eau, donnait des signes d'électricité, et que la torpille donnait également de vives et très-manifestes commotions, quoiqu'elle fût environnée d'eau. Il restait encore à savoir si les appareils galvaniques pouvaient produire les mêmes phénomènes dans des circonstances semblables. Tel est précisément le but que je me suis proposé d'atteindre dans les expériences suivantes.

XXIX. EXP.

Il y a deux ans environ que je fis à Florence plusieurs expériences à cet égard avec le célèbre professeur Félix Fontana, et nous vîmes qu'une pile de cent plaques de zinc et d'argent, après avoir été quelque temps plongée dans

l'eau commune, donna néanmoins une action très-forte. Il m'apprend par ses lettres, qu'il a fait la même expérience de plusieurs manières, et toujours avec le même succès.

XXX. EXP.

J'ai voulu essayer la nature de l'élément qu'habite la grande famille des poissons, sur lesquels s'étend aussi l'influence des procédés galvaniques. Je remplis d'eau de mer trente vases de verre, en les faisant communiquer ensemble par le moyen d'arcs hétérogènes, composés de laiton et de zinc; et j'obtins une secousse qui me parut plus forte que celle produite par la dissolution ordinaire de muriate de soude. En déterminant un arc, seulement à cinq des vases, l'action était très-sensible. Une pile de cartons humectés d'eau de mer, et plongés entièrement dans cette même eau, donnait de fortes commotions quand on l'en tirait.

XXXI. EXP.

J'ai réussi à démontrer l'action de la pile et des métaux sous l'eau (pl. 1, fig. 7.) par la simple expérience qui suit. Je pose au fond d'un vase plein d'eau salée, une plaque de zinc. Dans la partie supérieure, une personne met en communication l'épine médullaire d'une grenouille avec le niveau de l'eau salée, et en même temps une autre personne absolument séparée touche avec un fil de cuivre argenté la plaque de zinc; toutes les fois que ce rapprochement a lieu, on obtient des contractions musculaires.

Je n'ignore pas qu'ici les partisans de l'électricité métallique pourraient tirer, de la simple exposition de ce fait, une induction contraire au galvanisme; mais ma bonne foi du moins montrera jusqu'où je porte l'amour de la vérité.

XXXII. EXP.

La torpille est un des animaux les plus intéressants sous les rapports de l'électricité et du galvanisme. L'automne passée, je fis quelques expériences sur elle. Je fus secondé dans mes vues par les deux frères Mojon, qui voulurent bien se prêter à tout ce qui était nécessaire en cette circonstance. En touchant la torpille sous l'eau dans le moment qu'elle donna la secousse, elle se contracta; et les deux trous qu'elle a sur la tête rendirent deux jets d'eau. Pour obtenir la secousse, il n'était pas nécessaire de toucher deux parties distinctes de la torpille; il suffisait d'appliquer la main sous le ventre.

## PROPOSITION XI.

La simple transfusion de l'électricité, avec les appareils ordinaires, n'augmente pas l'action du galvanisme.

XXXIII. EXP.

J'ai communiqué à un appareil composé de cent tasses l'électricité artificielle, ayant soin auparavant d'isoler la table et les personnes qui en recevaient l'action. En supposant que les arcs hétérogènes fussent chargés de diffé-

rentes électricités, il semblerait qu'en leur en communiquant une quelconque, tout l'appareil dût se réduire au même genre d'électricité, et par conséquent que les secousses ne dussent plus avoir lieu. Il arriva tout le contraire : nous éprouvâmes des secousses très-fortes, qui différèrent très-peu de celles que l'on aurait obtenues sans l'électricité artificielle. J'observai le même résultat avec la pile.

### XXXIV. EXP.

On électrisa une torpille isolée : les secousses n'en furent point augmentées. On fit mourir la torpille, et on l'arma selon la méthode de Galvani, pour voir s'il y aurait quelque influence de l'électricité métallique : alors chaque fois qu'on lui appliquait l'arc conducteur, l'on obtenait de fortes contractions, mais cependant peu différentes de celles que l'on remarquait dans les autres animaux. Cette observation est conforme à celles qui furent faites à Naples par le professeur Abilgaard, qui, ayant soumis la torpille aux procédés galvaniques, n'a remarqué aucune contraction extraordinaire.

## PROPOSITION XII.

L'action du galvanisme est beaucoup augmentée si l'on interpose dans l'arc de communication, soit l'appareil des conducteurs de Volta, soit des bouteilles de Leyde électrisées.

### XXXV. EXP.

J'ai dressé dans la grand'salle de l'Institut, sur une table, cent tasses de verre, formant la figure de deux rectangles,

chacun composé de cinquante tasses. J'ai établi une communication de la première de ces tasses avec l'appareil du conducteur de Volta, au moyen d'un fil métallique qui passait d'une des chambres intérieures du cabinet de physique, et aboutissait au lieu de l'expérience. Alors on essaya plusieurs fois l'appareil ; et, quelque différentes que fussent les opinions, sur l'augmentation précise de l'action du galvanisme, tous les assistants s'accordèrent constamment à regarder la secousse comme plus forte ; quelques-uns allèrent même jusqu'à assurer qu'elle était augmentée d'un tiers. Je fus charmé de pouvoir confirmer la dernière découverte du professeur Volta par une de celles qu'il avait faites précédemment. Il y a une observation bien constatée qui est toute à l'avantage de cette proposition. Si vous touchez le sommet et la base de la pile avec deux grands conducteurs métalliques, les commotions que vous recevrez seront beaucoup plus fortes.

### XXXVI. EXP.

L'électricité concentrée dans la bouteille de Leyde contribue aussi à augmenter l'action du galvanisme. J'ai pris une pile composée de cinquante plaques de cuivre et de zinc ; j'ai fait un arc en interposant une bouteille chargée, et j'ai obtenu une explosion beaucoup plus forte que celle que l'on éprouve dans la bouteille même, lorsqu'on la décharge, indépendamment de la pile, fournie d'une égale quantité de fluide.

### XXXVII. EXP.

Je prends la même bouteille déchargée, et lorsque je forme une portion de l'arc appliqué aux deux extrémités de la pile, j'observe que le galvanisme refuse de passer l'obstacle de la couche de verre interposée entre les deux armatures; et par conséquent je ne reçois aucune secousse. Je répète l'expérience précédente, isolant la personne qui touche la pile avec la bouteille chargée, et isolant en même temps la pile même. J'obtiens une commotion beaucoup plus forte que celle que me donnait séparément la bouteille de Leyde ou la pile. Dans cette expérience, je remarque que le passage réitéré de l'électricité de la bouteille dans toute la hauteur de la pile, n'ôte point la propriété qu'elle a d'exciter le galvanisme.

## PROPOSITION XIII.

Le galvanisme parcourt une chaîne, soit métallique, soit animale, avec une rapidité analogue à celle du fluide électrique.

### XXXVIII. EXP.

Je disposai dans mon cabinet un fil de fer de 250 pieds de long, de manière qu'il ne se touchât nulle part. Les deux extrémités de ce fil venaient aboutir à la table préparée pour l'expérience. J'en fis communiquer une à la base d'une pile de 50 plaques de cuivre et de zinc; et, prenant l'autre dans ma main gauche, je touchai de la droite le sommet de la pile. J'éprouvai le même effet que si j'eusse

touché la base de la pile avec la main qui tenait le fil de fer. Aucun de ceux qui répétèrent publiquement l'expérience n'y sut distinguer de différence. Les 250 pieds de ce fil étaient donc parcourus par le galvanisme dans un espace de temps inappréciable.

MM. Van-Marum et Pfaff ont confirmé, à l'aide d'un grand appareil *, ma proposition ; ils ont démontré que le courant mû par la colonne galvanique a une vîtesse énorme, et qui surpasse toute imagination. Dans une batterie de quatre verres, dont chacun contient $5 \frac{1}{2}$ pieds carrés de surface, un seul contact aussi court que possible suffisait pour la charger à la même tension que celle de la colonne laquelle portait l'écartement des feuilles d'or de l'électromètre de Bonnet, à $\frac{5}{8}$ de pouce. Ils agrandirent la batterie jusqu'à $137 \frac{1}{2}$ pieds carrés de surface, et elle fut chargée par un seul contact, aussi court que possible, de la colonne au même degré de tension.

J'ai déja publié, depuis long-temps, mes observations concernant la célérité de la propagation du galvanisme, en établissant la communication entre les nerfs et les muscles des animaux préparés par le moyen, tantôt d'un fil d'archal de 250 pieds de longueur, tantôt de grandes barres de fer continues, qui forment les rampes de l'escalier d'un clocher, ou d'un grand bâtiment.

* Lettre de M. Van-Marum à M. Volta, concernant des expériences faites par lui et le professeur Pfaff dans le laboratoire de Teyler. (*Annales de chimie*, tome 40.)

## PROPOSITION XIV.

Les contractions musculaires, observées par le professeur Galvani, au moyen de l'atmosphère de l'électricité naturelle ou artificielle, sont tout-à-fait conformes à celles que l'on produit avec la pile ou avec des appareils analogues.

Lorsqu'il survient un changement d'équilibre dans le système des corps qui communiquent avec les nerfs et les muscles de la machine animale, celle-ci se ressent toujours de ce changement, et ses muscles éprouvent des contractions. Il est toujours intéressant de voir qu'un animal placé au fond d'un appartement, éprouve une vive commotion lorsque l'on tire l'étincelle électrique dans une salle bien éloignée. J'ai fait cette expérience plusieurs fois au cabinet de physique de l'Institut des sciences de Bologne, par le moyen d'un fil de métal non isolé, et éloigné de quatre pieds du conducteur de la machine électrique ordinaire. Je l'ai répétée encore avec des nerfs cruraux liés jusqu'à la moitié de leur longueur; en tirant l'étincelle, j'observai de fortes contractions, qui cessaient quand la ligature avait lieu à l'endroit de leur insertion dans les muscles.

Ensuite je répétai avec les nouveaux appareils de Volta les expériences que Galvani avait faites avec la seule électricité artificielle. D'abord je me servis de plusieurs tasses de cristal et de piles depuis 100 jusqu'à 200 plaques de métal, et je fus bientôt convaincu que l'on pouvait obtenir

des résultats analogues avec les simples appareils que je vais décrire.

### XXXIX. EXP.

Je place sur une table deux vases de cristal (pl. 1, fig. 5.) pleins d'eau salée, que j'unis ensemble par le moyen d'un arc de laiton et de zinc. J'approche du niveau de l'eau d'un des vases l'épine médullaire d'une grenouille préparée, dont je tiens d'une main les muscles correspondants : une autre personne, ou avec les mains, ou avec une plaque de métal, touche l'eau contenue dans l'autre vase; la grenouille, à chaque contact, éprouve de fortes contractions. Pour éloigner tout soupçon que les contractions puissent provenir de l'action de l'eau salée, j'unis à l'épine médullaire une partie des muscles d'un autre animal, qui, à sa place, touche l'eau salée : les effets étant les mêmes, il n'est pas permis d'attribuer à l'action de l'eau salée les résultats de mes expériences.

### XL. EXP.

En conservant le même appareil, si l'on isole ou la personne qui touche le niveau de l'eau dans le premier vase de verre, ou la grenouille plongée dans le second, les contractions musculaires cessent tout-à-fait, et elles reparaissent de nouveau ôtant l'isolement. On augmente la force des contractions en augmentant le nombre des tasses de cristal, lesquelles même étant mises en communication (pl. 1, fig. 6.) au moyen des arcs formés par un seul métal homo-

gène, ne donnent pas des résultats différents de ceux qu'on a observés avec des métaux hétérogènes.

### XLI. EXP.

J'ai voulu confirmer la théorie de l'atmosphère du galvanisme en interposant dans la même atmosphère le corps d'un supplicié. J'ai placé la pile à un pied de distance du tronc du cadavre, sans la communication ordinaire des arcs métalliques. Je fis une incision aux deux tarses; deux personnes soutenaient les grenouilles préparées à l'ordinaire, (pl. 4, fig. 2.) en sorte que la moelle épinière posait sur l'incision. Alors, toutes les fois qu'une troisième personne touchait le sommet de la pile, les deux grenouilles éprouvaient de fortes contractions, au point que, laissant en liberté une des extrémités, on obtint un véritable carillon électrico-animal, tout-à-fait semblable pour sa force à celui qu'indique, dans son Commentaire, le professeur Galvani, en faisant usage de l'appareil métallique. Si une des personnes qui soutient une des grenouilles est isolée, la grenouille reste immobile, tandis que l'autre éprouve l'effet ordinaire. J'ai constaté cette observation avec le tronc d'un chien, dans des séances expérimentales, tenues à l'hôpital de la Charité à Paris, et à l'hôpital de St.-Thomas à Londres.

Un appareil ingénieux, dont M. Lagrave m'a fait part, m'a mis en état de voir des phénomènes analogues à mes recherches sur l'action de l'atmosphère du galvanisme; en voici la description.

M. Lagrave, dans son laboratoire, a rempli d'eau salée une grande cuve de bois, garnie à son bord de six supports élevés perpendiculairement à la hauteur d'un pied et demi. Chaque support portait à son extrémité supérieure des isoloirs qui soutenaient une série de fils de cuivre; les uns étaient plongés dans l'eau de la cuve, les autres étaient réunis par un seul fil qui était porté au pôle cuivre de la colonne de Volta. Les espaces entre les fils attachés aux isoloirs étaient remplis par des grenouilles préparées, qui faisaient la fonction d'électromètre par leur excitabilité. Je passe aux expériences que nous avons faites, M. Lagrave et moi, avec cet appareil.

### XLII. EXP.

Un conducteur, partant du pôle zinc de la colonne de Volta, fut mis dans l'eau : toutes les grenouilles entrèrent très-régulièrement en contraction. Nous remarquâmes que quand nous mettions et retirions de suite ledit conducteur de l'eau, il y avait une double contraction; celle qui se manifestait en le retirant, était beaucoup plus forte que celle qui avait eu lieu en l'y plongeant. Ce phénomène est analogue à ce que Galvani avait déja remarqué, en approchant et en retirant un arc des armatures métalliques appliquées aux nerfs et aux muscles d'un animal préparé.

Nous avons observé aussi que l'humidité qui était répandue dans l'appartement, suffisait pour conduire l'action du galvanisme au systême des grenouilles; car si un de nous touchait le niveau de l'eau salée avec un con-

ducteur, sans avoir d'autre communication avec l'appareil, que celle de l'humidité du pavé, les grenouilles étaient affectées à chaque contact; mais s'il montait sur une chaise, il y avait alors un isolement qui empêchait la communication du galvanisme, et les contractions n'avaient plus lieu : il suffisait de mettre un pied en terre pour le renouveler.

## PROPOSITION XV.

L'opium, le quinquina, et autres stimulants analogues, qui ont beaucoup d'action sur le système animal, augmentent aussi l'effet de la pile.

### XLIII. EXP.

J'ai fait des solutions de divers stimulants proposés par Brown; j'en ai humecté les cartons que je plaçais entre les disques de la pile ordinaire, et j'ai toujours vu que ces substances en augmentaient l'intensité.

Dans la dernière séance de l'Institut de Bologne, j'ai formé deux piles de quinze pièces d'argent et de zinc; les cartons de l'une furent imbibés d'une solution d'opium, ceux de l'autre furent trempés dans une solution de quinquina dans l'alkool. Ayant placé sur un bain de mercure ces deux piles ainsi préparées, je les recouvris de deux récipients égaux, que je rendis assez pesants pour en faire enfoncer les bords inférieurs dans le mercure. Au bout de quelques heures, je trouvai le mercure élevé dans l'intérieur des cloches à tel point, qu'il n'était plus nécessaire de les maintenir sur le mercure par les poids que j'avais

employés à cet effet. Le mercure de la pile à solution d'opium était élevé de plus de six lignes, tandis que dans l'autre, il l'était à peine de trois.

### XLIV. EXP.

J'ai fait quelques essais sur les propriétés de l'air qui restait sous les cloches dans l'expérience précédente. Une petite bougie allumée que j'introduisis dans le récipient de la pile à solution d'opium, fut éteinte aussitôt; elle le fut bien plus tard dans celle dont les cartons étaient imbibés de solution de quinquina; les quatre plaques inférieures de la première avaient été altérées par le mercure : on voyait même des globules du fluide métallique dans plusieurs autres plaques, jusqu'à la hauteur d'environ trois pouces et demi. Quant à la pile aux cartons imbibés de quinquina, les plaques éprouvèrent beaucoup moins d'action de la part du mercure.

### XLV. EXP.

Je voulus voir si la pile qui surpassait l'autre par l'intensité de ses effets, la surpasserait aussi par leur durée. Je les laissai l'une et l'autre en expérience et recouvertes chacune de son récipient. J'examinai chaque jour les effets produits sur l'air contenu dans les cloches, en y plongeant la petite bougie allumée; et je vis que la pile dont les cartons étaient imbibés d'opium continua à agir jusqu'au huitième jour, tandis que l'autre ne produisit plus d'effet après 24 heures.

XLVI. EXP.

Je répétai la même expérience avec des piles dont les cartons étaient imbibés de fortes solutions de camphre de *castoreum*, et d'alkool de potasse. Les effets furent, sous tous les rapports, beaucoup plus faibles que ceux des piles précédentes. L'élévation du mercure dans le plain isolé fut très-légère, et l'altération de la flamme plongée dans la cloche n'était presque pas sensible.

XLVII. EXP.

Pour me bien convaincre que les effets obtenus dans les expériences 43, 44 et 45, provenaient directement des propriétés des substances employées dans les dissolutions dont j'avais imbibé les cartons, je formai une pile de trente plaques d'argent et de zinc, et j'en humectai les cartons avec le simple alkool de potasse : les effets furent nuls ; on n'aperçut aucun signe de galvanisme. Je n'en obtins pas davantage en formant les piles avec des plaques de zinc et de cuivre, et successivement avec plusieurs autres métaux.

## PROPOSITION XVI.

Si l'on examine en général les rapports qui existent entre le galvanisme et l'électricité, l'on trouvera plusieurs faits qui paraissent démontrer que ces deux fluides ont entre eux la plus grande ressemblance; mais l'on en trouvera aussi d'autres qui ne sont pas encore réduits au même principe.

J'ai déja prouvé cette analogie par plusieurs expériences dans les propositions précédentes. Je vais maintenant,

dans ces considérations générales sur le galvanisme et l'électricité, recueillir tout ce qui peut constater la correspondance de leurs propriétés ; et enfin je ferai remarquer ce qui reste encore à faire pour que l'identité de ces deux agents soit entièrement établie.

1.° Le galvanisme, comme l'électricité, est fourni de son atmosphère ; il donne l'attraction, les étincelles, fond les métaux, et charge des corps cohibents armés. J'ai démontré cette dernière propriété par un procédé différent de celui proposé par le professeur Van-Marum. Mon appareil est composé d'une pile percée au milieu, où je place une bouteille armée intérieurement, soit avec de l'eau pure, soit avec du mercure.

2.° L'électricité artificielle accélère la putréfaction des substances animales; on obtient les mêmes effets par l'action de la pile métallique, et par celle des premiers appareils de Galvani.

3.° La propagation du galvanisme approche beaucoup de la rapidité avec laquelle le fluide électrique parcourt de grands espaces.

4.° Comme dans l'électricité générale la force du courant électrique est augmentée en raison de la surface des conducteurs qui le transmettent ; de même, dans la pile, le courant galvanique s'échappe avec plus de violence, à proportion de la surface des arcs conducteurs qui établissent la communication entre les pôles opposés.

5.° La flamme empêche l'action de la bouteille de Leyde;

il en est de même pour celle de la pile, et pour les contractions musculaires.

6.° La bouteille de Leyde, après avoir été déchargée, ne donne plus aucune étincelle; mais l'appareil, abandonné à lui-même pendant quelques instants, se trouve chargé de nouveau, et l'on obtient d'autres décharges. De semblables phénomènes se manifestent dans la pile et dans les animaux traités suivant la méthode de Galvani, c'est-à-dire en appliquant l'arc métallique à différentes reprises.

7.° De même qu'on détruit l'action de la colonne galvanique, si on trouble l'ordre alternatif des plaques métalliques qui la composent; de même, en changeant la disposition de plusieurs animaux formant un systême, il arrive que, dans certains cas, les contractions musculaires cessent d'avoir lieu.

8.° L'action du galvanisme produit la décomposition de l'eau ainsi que l'électricité ordinaire, par la méthode ingénieuse proposée par M. Woolaston. J'ai vu dernièrement à Londres, chez lui-même, une belle série d'expériences sur cet objet, faites avec ses appareils de la manière la plus exacte. Il serait à desirer que l'on parvînt au même résultat, indépendamment des métaux, en employant seulement l'action de l'électricité galvanique : il est à présumer que l'on y parviendra par de nombreux essais sur de grands animaux abondamment fournis d'électricité galvanique. Un tel procédé pourrait bien éclairer la physiologie.

Après avoir présenté jusqu'ici, avec tout le soin possible,

les faits et les considérations qui m'ont paru confirmer l'existence de l'analogie entre l'électricité et le galvanisme, je vais examiner avec le même intérêt quelques phénomènes que toute la sagacité des physiciens n'est pas encore parvenue à rattacher aux principes de l'électricité générale.

1.° On sait que l'on produit un éclair en touchant d'une main la base de la pile, tandis qu'on approche de son sommet une partie quelconque du visage; les deux extrémités de cet arc animal étant préalablement humectées avec une dissolution saline. Le même effet a lieu en établissant l'arc aux parties les plus éloignées de la machine animale.

L'on parviendra difficilement à expliquer ce fait par les lois de l'électricité ordinaire; parce que dans ce cas, le courant galvanique étant obligé de suivre le chemin le plus court, l'organe de la vue ne devrait point être affecté. En effet, si l'on substitue la bouteille de Leyde à l'appareil galvanique, l'on ressent de très-fortes commotions, sans apercevoir aucun éclair. Les expériences faites sur cet objet seront rapportées dans la troisième partie de cet ouvrage.

2.° L'on a remarqué que les étincelles électriques, qui piquent fortement notre corps, n'oxident point, ou fort peu, les métaux, et qu'elles n'altèrent presque en rien l'eau dans sa composition, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas foudroyantes; tandis que dans la pile, une action même faible du galvanisme suffit pour déterminer

en très-peu de temps la décomposition de l'eau, et l'oxidation des métaux.

3.° Le professeur Vassalli ayant fait passer le courant galvanique par le corps d'une grenouille, il en résulta la décomposition des humeurs de l'animal; il vit cette victime de nos expériences s'enfler si prodigieusement, qu'elle ne put plus se plonger dans l'eau, quoique pleine de vitalité: phénomène qu'il n'a jamais observé dans des grenouilles tourmentées par des étincelles foudroyantes.

L'on trouvera des faits analogues dans les expériences que j'ai faites dernièrement à Alfort, et qui sont insérées dans un rapport de la Société galvanique de Paris.

4.° Les phénomènes électriques ont toujours pour cause première le mouvement; dans le galvanisme, au contraire, le mouvement est l'effet, et non la cause. Dans les premiers, une seule substance conductrice suffit; il en faut deux pour manifester l'influence du galvanisme.

5.° Dans les animaux électriques, tels que la torpille, les effets sont soumis à l'influence de leur volonté; ils en sont indépendans lorsqu'il s'agit de l'influence galvanique.

6.° Plusieurs corps propres à transmettre le galvanisme ne sont point du tout, ou ne sont que de médiocres conducteurs de l'électricité, et *vice versâ*.

7.° Les illustres chimistes Fourcroy et Vauquelin m'ont fait l'honneur de m'inviter à l'expérience suivante, qu'ils ont faite l'année dernière dans leur laboratoire. Ils composèrent une pile avec des plaques d'un pied carré : les commotions et la décomposition de l'eau restèrent les

mêmes qu'avec un nombre pareil de petits disques ; mais la combustion des fils métalliques s'opéra sur-le-champ avec beaucoup de force ; et en les plongeant dans du gaz oxigène, on les vit s'enflammer avec un éclat très-vif; tandis que de petites plaques, quelque grand qu'en fût le nombre, ne produisirent rien de pareil. Je ne crois pas que les notions acquises jusqu'à présent sur l'électricité puissent suffisamment développer la théorie de ces phénomènes.

8.° Les physiciens ont en vain essayé de produire avec l'électricité plusieurs effets chimiques du galvanisme. La dissolution des oxides métalliques, la précipitation de leurs dissolutions, la décomposition des acides, n'ont pas eu lieu par les appareils électriques les plus forts et les plus variés.

9.° D'après l'examen des phénomènes électriques et galvaniques, il semble que les uns dépendent en général de l'action de causes purement physiques ; tandis que pour exciter les autres, il a fallu jusqu'à présent employer le pouvoir des agents chimiques. En effet, comme par de petites variations faites à la surface des corps, ou par la différente manière dont ils sont excités, au moyen de forces purement mécaniques, l'on change le genre d'électricité qui leur est propre ; ainsi par une altération chimique, l'on change aisément le pôle du galvanisme. J'ai vu à Londres, avec beaucoup de satisfaction, chez le professeur Davy, s'opérer à l'instant ce changement par une dissolution de sulphure de potasse versée dans un appareil, à tasses unies ensemble avec des arcs composés de cuivre et de fer.

Toutes ces réflexions, qui ont pour objet de déterminer ce qu'il y a d'analogies ou d'opposition entre le galvanisme et l'électricité, ne me permettent pas de regarder comme entièrement résolue la question proposée par l'Académie des sciences de Harlem, en 1801. *Peut-on expliquer suffisamment la colonne de Volta par les lois ou les propriétés connues de l'électricité, ou faut-il en conclure l'existence d'un fluide particulier et distinct du fluide électrique ?*

Laissant de côté les longues discussions qui ont eu lieu parmi les physiciens à cet égard, je me permettrai seulement d'observer que les nouveaux faits concernant le galvanisme, peuvent être en harmonie avec ceux déja connus, et qu'enfin les nouvelles découvertes n'ont pas, comme on l'a prétendu, détruit le système primitif de Galvani.

L'on est absolument dans l'erreur si l'on croit que Galvani exigea un fluide particulier, tout-à-fait différent de l'électricité, pour expliquer les phénomènes qu'il avait observés. Il a dit seulement dans son dernier ouvrage, adressé au professeur Spallanzani en 1797, « Que l'électricité animale n'est pas absolument une électricité « commune, telle qu'on la rencontre dans tous les corps, « mais une électricité modifiée et combinée avec les principes de la vie, par lesquels elle acquiert des caractères qui lui conviennent exclusivement. »

Voici donc, d'un côté, Volta et Van-Marum qui ne reconnaissent dans le galvanisme qu'une simple électricité; Galvani et plusieurs physiciens, de l'autre, qui soutiennent l'existence d'une électricité propre aux animaux,

modifiée par les forces vitales. Le galvanisme, dans les deux hypothèses, reconnaît des lois propres à l'électricité. Il ne reste maintenant qu'à décider si les modifications reçues par l'action animale sont telles, qu'elles amènent à un fluide différent, ou plutôt, si l'on peut tout réduire au même principe.

Il y a dans le règne minéral des exemples bien frappants de modifications opérées par la nature dans l'électricité de certains corps, et cela me fait espérer que l'on pourra un jour développer de semblables modifications dans l'électricité animale et dans l'influence galvanique, et mieux établir son action. Car si un corps inorganique, tel que la tourmaline, a son électricité modifiée, de manière qu'elle présente deux pôles électrisés différemment, pourquoi des corps organisés, tels que les animaux, ne pourraient-ils former un système composé d'une double puissance électrique, résultante des forces organiques dont sont principalement doués les nerfs et les muscles dans la machine animale?

De tout ce que j'ai dit, je conclus que les théories de Galvani et de Volta peuvent s'éclairer infiniment l'une par l'autre, et que, quoique ces deux savants aient suivi des routes différentes, ils ont néanmoins tous les deux concouru à éclairer les mêmes points de doctrine. Je me réserve de donner à ces idées de plus grands développements dans la proposition suivante.

## PROPOSITION XVII.

L'hypothèse d'une pile animale, analogue à celle que l'on forme artificiellement, semble très-propre à expliquer les sensations et les contractions dans la machine animale.

D'après les observations du professeur Davy, faites à Londres, et celles de M. Gautherot à Paris, il paraît évident que l'on peut composer une pile sans y faire entrer aucune substance métallique. Cela nous conduit naturellement à croire qu'il est possible d'en composer une avec des substances animales seulement.

Pour obtenir cet appareil nouveau, l'art n'aura qu'à imiter la nature qui nous le présente tout formé dans plusieurs animaux. En effet, si l'on examine la structure des corps réguliers qui se trouvent *juxta-posés* dans la torpille, dans l'anguille de Surinam, dans le *silurus*, l'on y trouvera, avec un arrangement différent, de véritables piles animales. Or donc, puisqu'avec une telle pile on éprouve de violentes secousses, pourquoi une autre semblable, mais un peu moins active, ne pourrait-elle être fournie d'une énergie propre à produire des contractions musculaires?

D'ailleurs j'ai démontré que le système des nerfs et des muscles est doué d'un pouvoir galvanique différent, et pour ainsi dire d'une électricité différente, conduite par l'humidité animale intermédiaire. Voici les conditions nécessaires pour pouvoir reconnaître dans les animaux tout

l'artifice analogue à des piles animales qui pourront accomplir l'objet des sensations et des contractions musculaires. C'est sous ce point de vue que la découverte de la pile du célèbre professeur Volta, au lieu d'être en opposition avec les principes de Galvani, les appuie avec force.

Le systême de celui-ci a pour but de démontrer l'existence d'une électricité animale active, et tend à expliquer l'influence de cette force pour produire les sensations et les contractions musculaires. La première partie de ce systême tient à des faits qui ne peuvent recevoir aucune atteinte du temps ni des procédés des physiciens; la seconde partie offre une hypothèse qui, pour être admissible, doit s'accorder avec les nouvelles lumières de la physique et de la physiologie.

Galvani a tenté d'expliquer l'action de l'électricité animale, supposant dans les nerfs et dans les muscles l'artifice d'une bouteille de Leyde (systême que j'ai adopté moi-même jadis avec beaucoup de confiance). Mais lorsqu'il comparait les effets observés avec ceux de l'appareil de Leyde, il ne voulait pas dire autre chose, sinon qu'il rencontrait dans la machine animale deux électricités opposées, résultant du systême nerveux et musculaire, et auxquelles l'humidité animale servait continuellement de véhicule. C'est le sens dans lequel il annonça cette théorie dans ses leçons publiques, et dans ses derniers ouvrages. Il n'y avait alors point d'autre moyen connu en physique qui pût exposer mieux cette action, et j'y substitue volontiers l'appareil découvert par Volta, lequel

rentre tout-à-fait dans les principes du systême de Galvani.

Je reconnais que l'invention de la pile donne au professeur Volta le mérite de la découverte de l'électricité métallique; ainsi, trouvant des phénomènes analogues dans le systême des nerfs et des muscles, indépendamment de toute action métallique, je persiste à attribuer à Galvani la découverte de l'électricité animale, proprement dite. Il reste encore de très-grandes questions à résoudre sous le point de vue chimique; savoir si l'action des combinaisons chimiques est la cause du galvanisme, ou plutôt si le galvanisme est un effet des combinaisons chimiques: je pense que nous n'avons pas assez de données pour résoudre le problême.

L'on pourra encore rechercher si le galvanisme est de la même nature que l'électricité pure, ou si cet agent reçoit des modifications de l'organisation animale. En attendant, je me borne à accorder qu'il existe une très-grande analogie entre le galvanisme et l'électricité, jusqu'à ce que des éclaircissements ultérieurs aient démontré leur véritable identité. Au lieu de m'occuper de ces questions prématurées, je préfère tirer des corollaires généraux de la série des expériences que j'ai exposées jusqu'à présent.

1.° L'on aperçoit qu'il existe une véritable attraction entre de certaines parties animales; et ce fait tend à confirmer l'idée d'une espèce d'atmosphère propre de ces parties, déja proposée par le professeur Humboldt. Par ce moyen l'on pourra peut-être un jour mieux connaître

l'harmonie et la correspondance de quelques sensations dans la machine animale.

2.° L'action du galvanisme sur les fluides aériformes servira à expliquer son influence sur les fluides animaux, sur l'oxidation des humeurs, et d'autres phénomènes qui, jusqu'à présent, n'ont encore reçu que des explications très-vagues.

3.° Les poissons, et plusieurs animaux amphibies vivant dans l'eau, viennent quelquefois à sa surface lors de certains changements produits dans l'atmosphère. Mes expériences sur le pouvoir du galvanisme, à une grande distance, pourront servir à expliquer comment des changements opérés dans les parties bien éloignées de l'atmosphère, se communiquent à l'élément dans lequel vivent ces animaux.

4.° Il est constaté que l'eau saturée de sels, et principalement de muriate de soude, contribue beaucoup à augmenter les effets du galvanisme. L'on voit aussi que les poissons sont fournis d'une très-grande vitalité, en comparaison de celle des autres animaux. L'on admire, à cette occasion, la sagesse de la nature qui a fait que les mers dans lesquelles vivent les poissons soient excessivement saturées de muriate de soude.

5.° Le galvanisme, qui déploie beaucoup d'activité dans les décompositions chimiques, ne restera pas oisif dans l'économie animale ; mais il doit nécessairement y opérer de grands changements par l'action organique.

6.° Le principe auquel l'on vient de ramener, dans les

animaux, les plus grandes opérations de la nature, n'est pas hypothétique, puisque l'on a démontré que, comme il y a une *pile métallique* et un *cercle métallique* dans le règne minéral; ainsi il y a dans le règne animal une *pile animale*, et un *cercle animal*.

Je soumets ces considérations aux savants, pour qu'ils leur donnent les développements qui ne peuvent être que le résultat des progrès de la science. Puissent-ils un jour les faire contribuer à l'avancement de la physiologie et au bien de l'humanité!

---

Dans deux séances du mois de fructidor, an dix, je fis part à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut national, de mon travail et de mes expériences, concernant le galvanisme. J'y soutins une longue discussion pour éclaircir et justifier les idées que j'avais proposées. Entr'autres, le célèbre chimiste Bertholet et M. Laplace, le Newton de notre siècle, voulurent bien me communiquer leurs doutes à cet égard. Le premier de ces savants me fit observer que plusieurs phénomènes, que je regardais comme un résultat du galvanisme, pouvaient être expliqués par les affinités chimiques; le second fit une analyse rigoureuse de toutes les parties de mon ouvrage, et il m'honora ensuite de sa présence, ainsi que le chevalier Blagden, et le célèbre minéralogiste Verner, dans une séance de mes expériences à l'école de médecine.

Déja la classe avait nommé deux de ses membres, MM. Hallé et Biot, pour répéter et examiner les principales expériences sur lesquelles j'avais fixé l'attention de l'Institut. Le choix de tels commissaires, a été, pour la science et pour moi, d'une grande utilité. Leurs profondes connaissances dans cette branche de la physique animale m'ont fait naître

l'idée de plusieurs expériences que j'ai ajoutées à mon travail; ils m'ont même fait part d'observations intéressantes qui leur sont propres, et qu'ils communiqueront eux-mêmes à l'Institut. Je crois convenable de placer ici la partie de leur rapport approuvé par la classe, concernant la première division de mon ouvrage.

« Lorsque Volta vous exposa, l'année dernière, ses belles expériences « sur la colonne galvanique, il rapporta les phénomènes qu'elle présente « à l'influence que deux métaux hétérogènes, mis en contact, exercent « sur leurs électricités respectives. Mais, quoique les substances métal-« liques fussent les seules dont la combinaison avec les liquides produisît « des effets aussi marqués; il admettait cependant qu'une action ana-« logue pouvait subsister entre d'autres substances avec des degrés d'in-« tensité différents. Dès-lors on avait reconnu en France et en Angle-« terre l'existence de la même propriété dans quelques minéraux et dans « certains liquides. Ces faits donnaient lieu de penser qu'elle s'étend, « avec des modifications diverses, à tous les corps de la nature. Telle « est l'opinion que la classe a professée dans les divers rapports qu'elle « a publiés. Aujourd'hui le citoyen Aldini vous présente des résultats « qui confirment l'existence d'une action semblable entre les diverses « matières dont les substances animales sont composées; il ramène « ainsi la première expérience de Galvani, mais agrandie dans ses effets, « et variée de manière à acquérir le plus haut degré d'évidence. La classe « verra avec satisfaction que les faits dont nous allons l'entretenir, se « placent naturellement près de ceux qu'elle connaît déja.

« Galvani avait remarqué, le premier, que si l'on prépare une gre-« nouille, de manière que les membres abdominaux et thorachiques « tiennent ensemble par les seuls nerfs lombaires, il se manifeste des « contractions très-sensibles lorsque les jambes sont pliées, et que les « muscles jumeaux sont mis en contact avec l'épaule. Ce fait, contesté « par quelques physiciens, et attribué d'abord par Volta à une irritation « mécanique, fut confirmé et varié par M. Humboldt : mais, soit qu'il « fût trop difficile à observer, soit qu'il parût trop peu sensible pour « conduire à des découvertes brillantes, on n'y fit que peu d'attention,

« et il disparut bientôt près des phénomènes étonnants et féconds que « Volta a si bien développés.

« Cette importante expérience a été modifiée par le citoyen Aldini : « elle fait la base de son travail ; et la plupart des siennes en sont des « développements ou des applications.

« Pour la répéter avec facilité, il tient d'une main la colonne épi- « nière de la grenouille, et de l'autre il fait toucher une des jambes aux « nerfs lombaires ; à l'instant du contact, la jambe qui est restée libre « éprouve des contractions.

« Cet effet a lieu sans aucune espèce de communication avec des subs- « tances minérales ou métalliques. On l'obtient également lorsque les « muscles et les nerfs sont attachés par des fils de soie à des tubes de « verre qui permettent de les rapprocher les uns des autres en les te- « nant parfaitement isolés.

« Les convulsions sont déterminées par le contact des muscles et des « nerfs. Les muscles entre eux, les nerfs entre eux, n'en produisent « point. Des irritations purement mécaniques, plus fortes que celles qui « pouvaient résulter du simple rapprochement des parties, n'ont rien « occasionné de semblable.

« Nous avons constaté ces faits avec beaucoup de soin ; ils prouvent « que certaines parties des animaux ont les unes sur les autres une ac- « tion, d'où résultent des effets pareils à ceux que produise sur elles « l'application des métaux réunis.

« Le citoyen Aldini pense que cette action est le résultat d'une élec- « tricité particulière aux animaux, et qui circule du nerf aux muscles.

« Il n'est pas nécessaire que l'arc animal soit uniquement composé de « diverses parties d'un même individu. Plusieurs personnes, isolées ou « non, se tenant par les mains mouillées, excitent pareillement des « convulsions dans la grenouille. Ces convulsions paraissent sensible- « ment augmentées lorsque l'on introduit dans l'arc des membres, por- « tions encore fumantes, d'un animal à sang chaud.

« Par exemple, on tient d'une main les vertèbres cervicales d'un chien, « encore revêtues de quelques lambeaux de muscles ; de l'autre les

« jambes d'une grenouille dépouillée, dont les nerfs lombaires sont mis « à nu. Lorsqu'on touche avec ces nerfs une partie musculaire du chien, « la grenouille éprouve des contractions très-vives qui se succèdent avec « rapidité. Si, au contraire, on touche une partie tendineuse, cartila- « gineuse ou osseuse, on n'aperçoit aucun mouvement.

« Ces effets ont encore lieu lorsqu'on interpose entre les substances « animales des conducteurs humides. Il convient même, pour faciliter « ces expériences, que les mains soient mouillées d'eau salée.

« Les phénomènes que nous venons de décrire s'éteignent bientôt « avec la vitalité; et lorsqu'ils ne subsistent plus d'une manière sen- « sible, on peut encore les faire renaître au moyen des armatures mé- talliques. »

*Extrait du rapport approuvé par la classe des sciences physiques et mathématiques, le 27 vendémiaire, an 11 de la république française.*

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

# SECONDE PARTIE.

## DU POUVOIR DU GALVANISME SUR LES FORCES VITALES.

CONDUIRE un fluide énergique au siège général de toutes les impressions; distribuer sa force dans les différentes parties du systême nerveux et musculaire; produire, ranimer, et pour ainsi dire maîtriser les forces vitales : tel est l'objet de mes recherches, tel est l'avantage que je me propose de retirer de la théorie du galvanisme. La découverte de la pile du célèbre professeur Volta m'a servi de flambeau pour parvenir à des résultats intéressants, où m'ont conduit des travaux multipliés et une longue suite d'expériences.

Les simples armatures de Galvani opéraient les contractions musculaires, en mettant en circulation un fluide naturel et propre à la machine animale; la force par laquelle il se mettait en équilibre produisait une action sur le systême des nerfs et des muscles. Il s'agit maintenant de conduire à cette machine animale, moyennant les appareils de Volta, le courant d'un fluide énergique qui agit extérieurement sur tous les systêmes avec une force stimulante, bien supérieure à toutes celles employées jusqu'à présent.

Les courageux essais de Humboldt sur lui-même me firent imaginer que l'on pourrait obtenir des effets plus marqués avec les derniers appareils galvaniques, et cela m'engagea à évaluer l'action de ce fluide par des expériences nouvelles. J'aperçus bientôt que la force de la pile augmentait l'action du galvanisme d'une manière surprenante; et les effets de cette administration sur l'homme étaient si dangereux, que je crus à propos de recourir à d'autres moyens, afin de poursuivre mes recherches.

La grande famille des animaux à sang chaud fut l'objet sur lequel je tournai d'abord mes vues, pour entreprendre ensuite mes essais sur l'homme. L'organisation physique m'offrant à-peu-près le même mécanisme, je m'attendais à obtenir des résultats analogues : c'est précisément ce qui m'est arrivé dans la série d'expériences que je vais décrire. Cela me conduit à classer naturellement les expériences en plusieurs sections, dont quelques-unes montrent en général l'action du galvanisme sur toute espèce d'animaux; et dont les autres font voir particulièrement la correspondance de ces mêmes effets dans la machine animale humaine. J'ai pensé que l'examen de l'influence qu'a le galvanisme sur les forces vitales, devait précéder toute idée d'application de ce fluide comme moyen curatif; aussi je me propose de n'en traiter que dans la troisième et dernière partie de cet ouvrage.

## SECTION PREMIÈRE.

*Du galvanisme appliqué aux différents quadrupèdes, volatiles, et autres animaux à sang chaud.*

Parmi les expériences dont je vais donner les détails, il s'en trouve que j'ai faites il y a déja long-temps, et que j'ai publiées en Italie au commencement de 1802; je les ai spécialement pratiquées sur divers malheureux, décapités en la ville de Bologne. Après mon passage à Turin, elles ont été répétées et enrichies par les professeurs Vassalli, Giulio et Rossi; elles l'ont été depuis en Allemagne et autre part, toujours par des physiciens distingués, et avec un égal succès.

J'ai cru néanmoins devoir les placer ici, tant à cause des augmentations qu'elles ont reçues, que parce qu'elles s'y trouvent dans un ordre plus convenable.

Je ne sache pas que personne, avant moi, ait pratiqué ce genre d'expérience sur le cadavre de l'homme, au moyen de la pile; cependant le célèbre Bichat, ravi trop jeune aux progrès de l'anatomie et de la physiologie, avait fait quelques tentatives utiles sur cet objet, et les aurait sans doute poussées plus loin sans cette mort prématurée qui le fait l'objet de nos regrets.

### XLVIII. EXP.

La tête d'un bœuf récemment assommé fut soumise à l'action d'une pile à 100 pièces d'argent et de zinc, (pl. 2,

fig. 1.) séparées, comme à l'ordinaire, par de petits cartons trempés dans une dissolution de muriate de soude. Après avoir humecté avec cette dissolution, par le moyen d'un siphon, l'une des deux oreilles, j'y introduisis l'extrémité d'un fil de métal faisant arc avec lui et le sommet de la pile; un autre fil de métal communiquait par ses extrémités avec la base de la pile et les naseaux. J'appliquai l'appareil, et l'on vit aussitôt dans cette tête les yeux s'ouvrir, les oreilles se secouer, la langue s'agiter, les naseaux s'enfler comme, lorsqu'irrités, les animaux de cette espèce veulent se battre entre eux, ou contre d'autres.

Ensuite les oreilles furent toutes les deux, comme ci-dessus, humectées d'eau salée, et reçurent chacune une extrémité de l'arc appliqué. Je communiquai le galvanisme par le procédé déja indiqué; et les mouvements précédemment observés furent reproduits, mais ils parurent beaucoup plus forts.

### XLIX. EXP.

Ayant galvanisé avec le même appareil, la tête d'un bœuf (pl. 2, fig. 2.), je fis sortir la langue de la longueur de quatre pouces; à chaque application de l'arc, elle rentra d'un pouce dans la bouche, malgré la résistance que lui opposaient les dents, contre lesquelles elle était froissée; en sorte qu'après quatre ou cinq applications de l'arc, elle fut totalement rétablie dans sa situation ordinaire.

L. EXP.

Toutes choses égales dans l'appareil, je suspendis à l'extrémité de l'arc conducteur la moitié postérieure d'une grenouille, en coudant à angle aigu le fil métallique (pl. 2, fig. 3.); et alors au lieu de faire toucher la langue par l'extrémité de l'arc, je la mis en contact avec une des pattes de la grenouille, tandis que l'autre extrémité du fil s'appuyait sur le sommet de la pile.

Les choses ainsi disposées, non-seulement j'obtins les mêmes contractions dans la tête du bœuf, mais je remarquai de plus, que quand la patte de la grenouille cessait d'être en contact avec la langue, elle était attirée par celle-ci, ce qui produisait dans cette patte des oscillations qui en faisaient comme une espèce d'électromètre; car les cuisses du petit animal s'écartaient plus ou moins, suivant l'intensité du fluide qui les traversait, et se rétablissaient dans leur position lorsque le contact avait lieu de nouveau entre la patte de l'un et la langue de l'autre. Ces oscillations durèrent environ six minutes.

Soupçonnant que les nerfs cruraux pouvaient avoir part aux phénomènes précédents, indépendamment de la pile, je coupai ces nerfs; et tout le reste demeurant égal, j'obtins encore les mêmes résultats.

LI. EXP.

J'ai voulu répéter les mêmes observations sur d'autres bœufs et sur des moutons et des agneaux, variant la force

de la pile, tant sous le rapport du nombre de pièces, que sous celui de leur nature. Je formai en conséquence trois piles en pièces d'argent et de zinc, réunies au nombre de 25, 50 et 100. Les résultats ne différèrent des précédents que par le plus ou le moins d'intensité dans les contractions, suivant qu'on appliquait tel ou tel appareil sur les mêmes animaux.

J'ai remarqué particulièrement que l'on obtient la combinaison la plus favorable aux contractions musculaires, lorsqu'on établit l'arc des oreilles à la moelle épinière: alors l'œil est affecté au point que les paupières s'ouvrent tout-à-fait, que le globe roule sur lui-même, et sort presque de son orbite, comme dans la plus violente fureur.

### LII. EXP.

Je pris un bœuf récemment tué, et sur sa tête, non séparée du tronc, j'établis un arc d'une oreille à l'autre, en interposant la pile: il en résulta à l'instant dans toutes les extrémités une commotion si forte, que plusieurs spectateurs, presqu'effrayés, jugèrent à propos de s'en éloigner. Ensuite ayant coupé la tête, j'en formai un arc, de la moelle épinière au diaphragme, et au sphincter de l'anus: dans le premier cas, le diaphragme éprouva de fortes contractions; et dans le second j'obtins une action très-vive sur le rectum, qui alla jusqu'à produire une déjection des matières fécales.

LIII. EXP.

Pour donner une plus grande étendue à mes expériences, j'ai cru à propos de les répéter sur des agneaux, des poulets, et d'autres animaux à sang chaud. Sans rapporter les phénomènes les plus communs, je remarquai que la langue, sortie hors des lèvres, rentrait, après quelques applications de l'arc, dans la cavité de la bouche : c'est ce que nous avons observé dans l'expérience 49. Les mouvements des oreilles et des paupières furent plus forts que dans les autres parties. C'est à l'anatomie comparée à expliquer pourquoi ce phénomène, si frappant dans cette classe d'animaux, ne s'observe point sur l'homme.

LIV. EXP.

Mes observations avec le galvanisme de la pile me donnèrent la curiosité de faire des expériences comparatives par le moyen de l'électricité générale. En conséquence je plaçai dans le canal extérieur de chaque oreille d'un agneau un fil métallique, et j'y déchargeai dix fois de suite une bouteille de Leyde, dont les deux armatures étaient en communication avec les deux fils appliqués aux oreilles. J'eus des contractions plus faibles que celles que j'avais obtenues avec l'appareil de la pile, et j'observai constamment le même résultat sur d'autres animaux à sang chaud.

LV. EXP.

J'ai répété les mêmes expériences sur des poulets vivants, et c'est avec la plus grande surprise que je les ai

vus, malgré la faiblesse de leur organisation, soutenir avec fermeté, et à plusieurs reprises, les plus fortes commotions d'une pile de 50 plaques d'argent et de zinc. En effet, quoiqu'en apparence abattus, et presque sur le point d'expirer, à peine interrompais-je l'action de la pile, qu'ils déployaient aussitôt les ailes, et semblaient s'applaudir d'être échappés au danger. La curiosité m'engagea à soumettre ces volatiles à la dissection anatomique, pour observer les effets que ces convulsions avaient produites dans la machine animale. Du sang extravasé dans les muscles, un bouleversement d'humeurs en diverses parties, les intestins déplacés de leur siége ordinaire, et refoulés vers le bassin : tels furent les principaux phénomènes que j'observai. Je me propose par la suite d'examiner quelle serait la durée de la vie de ces animaux, après avoir souffert de diverses manières l'action du galvanisme.

### LVI. EXP.

Je pris un poulet qu'on venait de tuer, et je lui appliquai l'action de la pile, en faisant un arc d'une des oreilles à l'autre : alors, non-seulement les pieds se contractèrent, mais encore les ailes et toute la machine. J'observai le même phénomène dans deux autres poulets, en suivant les mêmes procédés ; puis je combinai les diverses parties de ces trois poulets, de manière que la tête du second s'unissait au pied du premier, et la tête du troisième avec le pied du second. Ensuite, faisant un arc aux deux extrémités de la chaîne de ces parties animales, j'obtins à-la-fois,

dans ces trois poulets, le mouvement des ailes et des pieds.

LVII. EXP.

Les résultats des expériences précédentes me conduisirent à examiner le pouvoir de l'arc de l'humidité animale. Je combinai donc deux têtes de bœuf ensemble, en rapprochant les deux sections; ensuite j'établis un arc du sommet de la pile à une des oreilles de l'autre : j'observai (pl. 2, fig. 4.) que les deux têtes éprouvaient à-la-fois de très-vives convulsions musculaires.

LVIII. EXP.

Je réunis les troncs de deux bœufs par les sections du cou, et en interposant la pile, j'établis un arc d'un anus à l'autre. Les deux troncs reçurent à-la-fois une commotion, mais pas très-violente. Je répétai l'expérience avec des résultats plus saillants sur les troncs de deux agneaux; toutes les extrémités et les muscles des troncs éprouvèrent de violentes convulsions. Un vase de verre qui servait aux expériences, et qui était sur la table, fut, par la détente d'une des jambes, lancé à la distance d'environ deux pieds. J'ai essayé d'autres combinaisons, mais les contractions ont été moins fortes.

LIX. EXP.

Je sciai le crâne pour déterminer l'action de la pile sur les différentes parties du cerveau, (pl. 2, fig. *5.*) dans le même ordre qu'elles étaient présentées par la dissection

anatomique. Toutes ces parties obéirent à la force du galvanisme ; mais le corps calleux et le cervelet donnèrent une action plus vive. L'on obtint presque le même résultat en répétant l'expérience sur différentes têtes de veaux et d'agneaux.

### LX. EXP.

Dans un bœuf récemment assommé, je soumis à l'expérience le cœur, détaché de sa position ordinaire. Quoique l'action de la pile fût grande, je ne pus jamais obtenir la contraction musculaire. Je répétai l'expérience sur le cœur, placé dans son siège naturel ; et je fis aboutir l'arc, d'une part à la moelle épinière, et de l'autre à toutes les autres parties que je pouvais croire en correspondance avec cet organe. J'ai communiqué le galvanisme, tantôt à la surface du cœur, tantôt à sa substance interne; mais les convulsions musculaires ne parurent jamais.

### LXI. EXP.

J'ai préparé des grenouilles, et j'ai attendu que les ventricules du cœur ne conservassent plus qu'un mouvement léger et insensible. Alors j'ai communiqué à cet organe l'action du galvanisme, et j'ai vu s'exciter des mouvements dans les ventricules. J'ai répété, quelque temps après, cette expérience sur le cœur d'un lapin, avec un pareil succès.

J'ai remarqué, en général, que toutes les fois que je n'obtenais pas des mouvements décidés dans les ventricules, soit par la nature des expériences, soit par la cons-

titution des animaux, il se manifestait constamment de fortes contractions dans les auricules. J'ai observé ce phénomène plusieurs fois sans l'action de la pile, à l'aide de simples armatures galvaniques.

Je renvoie quelques expériences sur ce point, à la section prochaine, où j'apporte l'action du galvanime sur le cœur du cadavre humain, selon les dernières expériences des professeurs de Turin.

LXII. EXP.

Laissant à part les différences de l'action du galvanisme sur l'organe du cœur, selon la différente manière de l'application, et même de la variété des animaux soumis aux expériences, je remarque que quand ce muscle ne ressent plus l'action du galvanisme, les autres muscles la ressentent encore très-vivement. Cette différence se présente d'une manière très-marquée, principalement sur le cœur et les muscles des bœufs et des chiens. Tout cela est conforme à ce qui m'a été accordé par tous ceux qui ont répété mes expériences avec exactitude. Par conséquent l'on peut conclure que quoique l'exitabilité du cœur présente des anomalies dans quelques animaux, toujours au moins est-il certain que cet organe perd en très-peu de temps, et bien plus tôt que les autres, la faculté d'obéir au pouvoir du galvanisme.

LXIII. EXP.

L'on trouve consigné dans le rapport de l'Institut * tout ce qu'il m'a été possible d'observer sur les muscles involontaires. « Le docteur Grapengiesser dit avoir vu le mouve-
« ment vermiculaire des intestins augmenté par l'action du
« galvanisme dans un homme vivant, auquel, par suite
« d'une hernie scrotale, les gros intestins sortaient du ven-
« tre. Le citoyen Aldini nous a fait observer les mêmes
« effets sur le canal intestinal d'un chien. Nous avons aussi
« reconnu des contractions bien sensibles dans une portion
« de l'estomac séparée de l'animal. »

LXIV. EXP.

La difficulté d'avoir toujours de grands animaux à ma disposition, et le desir de connaître les effets du galvanisme sur des animaux qu'il est aisé de se procurer, m'engagèrent à persécuter les chiens. Ces animaux m'ont présenté les phénomènes observés sur les bœufs avec la plus grande énergie; l'on pourra en être convaincu par le rapport déja cité de l'Institut national. « Aldini, après avoir
« coupé la tête d'un chien, fait passer le courant d'une
« forte pile : ce seul contact excite des convulsions véri-
« tablement effrayantes. La gueule s'ouvre, les dents s'en-
« tre-choquent, les yeux roulent dans leur orbite; et si la
« raison n'arrêtait l'imagination frappée, l'on croirait

* Extrait du rapport original, approuvé par la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut national, le 21 vendémiaire an 11.

« presque que l'animal est rendu aux souffrances et à la « vie. »

LXV. EXP.

La tête d'un chien et le tronc, séparés (pl. 6, fig. 1.) l'un de l'autre par un intervalle d'un demi-pied, sont remués vivement et à-la-fois en appliquant le galvanisme à l'une des oreilles et à une petite incision faite à l'une des extrémités. Le même effet a eu lieu dans une séance publique, tenue à l'hôpital de la Charité à Paris, la tête étant éloignée du tronc d'un pied et demi. J'ai vu ce phénomène d'une manière encore plus frappante dans la tête d'un cheval, séparée du tronc à la distance de trois pieds et demi.

LXVI. EXP.

Dans les expériences précédentes il est toujours nécessaire que l'intervalle de la table qui soutient la tête et le tronc séparé des animaux, soit humectée d'eau salée, ou de tout autre fluide déférent. Sous ce point de vue, la tête et le tronc se prêtent mutuellement un arc conducteur de l'action du galvanisme ; de sorte que la contraction excitée en même temps ne tient pas à l'organisation particulière des animaux soumis aux expériences. J'ai constaté cela en obtenant la contraction simultanée du tronc d'un chien, combiné avec la tête d'un lapin, ou *vice versâ.*

LXVII. EXP.

J'ai essayé à l'école de médecine à Paris, avec les commissaires de l'Institut national et le professeur Huzard,

l'action du galvanisme sur un cheval tué par le moyen de l'insufflation de l'air aux jugulaires. Le tronc n'a point montré de convulsions extraordinaires, mais la tête a agi très-vivement. Il y a eu un grincement de dents très-sensible, et des mouvements analogues à ceux de la mastication: objet de surprise pour plusieurs spectateurs. Il y a eu même une excrétion très-sensible de l'humeur salivaire. Jusqu'à présent la tête du cheval est de toutes celles des animaux soumis aux expériences, celle qui a produit les mouvements les plus vifs, à l'aide du galvanisme.

LXVIII. EXP.

Après avoir examiné les grands animaux, je ne devais pas laisser de côté même les plus petits. Je rapporterai donc avec plaisir quelques expériences faites en Italie, qui m'ont été communiquées par mon ami le docteur Zanotti de Bologne.

« 1.° Si l'on tue une cigale, et qu'on la mette ensuite « en contact avec le sommet de la pile, en faisant traver- » ser le galvanisme, on obtient immédiatement le mou- « vement et le son.

« 2.° En faisant traverser le courant galvanique par le « corps d'un petit ver luisant, les anneaux phosphoriques « deviennent plus brillants, et répandent une lumière plus « vive que celle qui leur est naturelle.

« 3.° Les gros vers luisants brillent aussi davantage, et « l'on découvre en outre une petite étoile très-lumineuse à l'extrémité de chacun des poils qui couvrent la superficie

« de leur corps. J'ai fait sur cet objet des expériences « comparatives, au moyen de l'électricité artificielle d'une « machine, et je n'ai pu en obtenir de semblables résultats. »

Je rappelle d'autant plus volontiers ces observations, que c'est pour moi une occasion de témoigner ma reconnaissance à leur auteur, et à M. Alexandre Agochi, qui, pendant un an entier, ont bien voulu me prêter leur assistance à Bologne, pour l'exécution d'une grande partie des expériences qui forment l'objet de cet ouvrage.

De retour dans ma patrie, je me propose de poursuivre moi-même ces sortes d'expériences, qui ont inspiré quelque intérêt à plusieurs naturalistes. Ne pourraient-elles pas nous conduire à une connaissance plus précise sur l'organisation des insectes? Peut-être nous indiqueront-elles quelles sont les parties de ces animaux qui sont spécialement douées de la contractilité?

### LXIX. EXP.

L'exactitude de mes recherches demandait, toutes choses égales, une comparaison entre l'action des stimulants proposés par Haller, et les effets du Galvanisme. J'ai tenté cette comparaison sur des animaux dont la vitalité était assez affaiblie pour ne plus ressentir l'action des stimulants hallériens, soit qu'on les appliquât aux muscles et aux nerfs, ou aux différentes parties du cerveau mises à découvert. Je n'ai épargné ni l'action de l'acide sulphurique, ni celle de l'acide nitrique, ni l'effet des bistouris; et jamais je n'ai pu obtenir dans les animaux à sang chaud la moin-

dre contraction ; au contraire, l'action du galvanisme sur les mêmes parties a constamment produit de très-forts mouvements musculaires.

## SECTION SECONDE.

*Du pouvoir du galvanisme sur des suppliciés décapités à Bologne, en janvier et février* 1802.

De toutes les expériences exposées dans la section précédente, l'on pouvait conjecturer, par analogie, l'effet de l'action du galvanisme sur un sujet plus noble, sur l'homme, unique but de mes recherches ; mais pour juger sûrement de ce que peut réellement sur lui cette cause merveilleuse, il fallait s'en tenir à de certaines conditions, et l'appliquer après la mort. Les cadavres d'hommes qui avaient succombé à une maladie étaient peu propres à mon objet, parce qu'il est à présumer que le développement du principe qui conduit à la mort, détruit tous les ressorts de la fibre; d'où il résulte même que les humeurs sont viciées et dénaturées. Il fallait donc saisir le cadavre humain dans le plus haut degré de la conservation des forces vitales après la mort; et pour cela je devais, pour ainsi dire, me placer à côté d'un échafaud, et sous la hache de la loi, pour recevoir de la main d'un bourreau des corps ensanglantés, sujets seuls vraiment propres à mes expériences. Je profitai donc de l'occasion de deux criminels décapités à Bologne, que le gouvernement accorda à ma

curiosité physique. La jeunesse de ces suppliciés, leur tempérament robuste, la plus grande fraîcheur des parties animales, tout cela m'inspira l'espoir de recueillir des résultats utiles des expériences que je m'étais auparavant proposées. Quoique accoutumé à un genre pacifique d'expériences dans mon cabinet de physique ; quoique éloigné de l'habitude de faire des dissections anatomiques, l'amour de la vérité, et le desir de répandre quelques lumières sur le systême du galvanisme, l'emportèrent sur toutes mes répugnances, et je passai aux expériences suivantes.

### LXX. EXP.

L'on transporta à l'endroit que j'avais choisi près de la grand'place de la justice le premier criminel décapité. La tête fut d'abord soumise à l'action du galvanisme, par le moyen d'une pile à 100 plaques d'argent et de zinc : deux fils métalliques, dont l'un partait de la base, l'autre du sommet de la pile, venaient aboutir à l'intérieur des deux oreilles, humectées avec de l'eau salée.

Je vis d'abord de fortes contractions dans tous les muscles du visage, qui étaient contournés si irrégulièrement, qu'ils imitaient les plus affreuses grimaces. L'action des paupières fut très-marquée, quoique moins sensible dans la tête humaine que dans celle du bœuf.

### LXXI. EXP.

Ayant établi un arc du sommet de la pile à l'oreille gauche d'un côté, et un autre, de la base à l'extrémité de

la langue, prolongée hors des lèvres d'environ un pouce ; il se manifesta des contractions dans le visage, et la langue se retira sensiblement. Je touchai après avec un des arcs les lèvres supérieure ou inférieure, et j'obtins des contractions, principalement remarquables dans tous les muscles de la partie gauche du visage ; il en résulta l'apparence d'une bouche tournée par une espèce de paralysie partielle. Aux premières applications de l'arc, la bouche rejeta une petite portion d'humeur salivaire.

LXXII. EXP.

Je fis raser la tête précisément sur la bosse pariétale droite ; j'humectai les téguments, armés avec de l'argent et du zinc ; j'établis la communication, par le moyen de la pile, avec l'os pariétal et l'une des deux oreilles ; les contractions se manifestèrent, mais plus faibles que dans l'expérience précédente.

LXXIII. EXP.

Faisant un arc des oreilles aux différentes parties du visage humectées avec une solution de muriate de soude, comme par exemple, au nez, au front, je remarquai toujours de fortes contractions ; elles eurent lieu de même, lorsqu'à la première pile j'en substituai une autre, composée de cinquante pièces de cuivre et de zinc, que je diminuai encore pour obtenir différents degrés d'activité.

LXXIV. EXP.

Environ une demi-heure après on apporta la tête du second criminel. Je répétai d'abord les expériences faites sur le premier, et le résultat fut toujours analogue : les mouvements excités furent plus forts dans celle-ci, en raison de sa plus grande vitalité. Cette puissance semblait presqu'épuisée dans l'autre.

LXXV. EXP.

Je voulus, selon les principes du professeur Galvani, examiner le pouvoir de l'arc de l'humidité animale dans les animaux à sang chaud. Je me rappelais à cet égard d'avoir observé plusieurs fois des convulsions au même temps dans deux grenouilles, et récemment dans deux têtes de bœuf, en conduisant l'arc en différentes manières de l'une à l'autre. Je plaçai donc horizontalement sur une table (pl. 4, fig. 6.) les deux têtes des suppliciés, de façon que les deux sections communiquaient ensemble par la seule humidité animale. Les choses ainsi disposées, je fis arc avec la pile, de l'oreille droite d'une tête à la gauche de l'autre: il fut merveilleux, et même effrayant, de voir ces deux têtes faisant à-la-fois d'horribles grimaces l'une contre l'autre; de sorte que quelques-uns des spectateurs qui ne s'attendaient pas à de pareils résultats, en furent véritablement épouvantés. On remarqua que les convulsions excitées dans cette disposition étaient plus vives que celles obtenues lorsque je faisais les expériences sur chaque tête

séparément. Il est aussi constaté que l'arc de l'humidité animale a bien suppléé dans cette expérience au défaut de la continuation des fibres nerveuses et musculaires.

LXXVI. EXP.

A l'application extérieure du galvanisme succéda l'examen des parties intérieures de la tête du premier décapité. Ayant enlevé la partie supérieure du crâne, par une dissection parallèle à la base du cerveau, j'incisai les méninges, et j'établis un arc d'une des oreilles à la substance médullaire : je vis d'abord de vives convulsions dans les muscles du visage. En faisant l'examen anatomique du cerveau, je remarquai, lorsque l'on coupait les muscles du front qui environnaient le crâne, qu'à chaque coup de scalpel il s'excitait dans les muscles du visage des contractions analogues, qui duraient encore après avoir achevé la dissection. Puisque ce phénomène n'est pas ordinairement observé dans la dissection, je le soumets volontiers aux anatomistes pour déterminer s'il put être occasionné totalement, ou partiellement, par l'action précédente de la pile.

LXXVII. EXP.

Je séparai les lobes du cerveau; et j'appliquai l'arc au corps calleux et aux oreilles, et ensuite aux lèvres : une commotion violente agita toute la tête, et tous les muscles de la face. Quelques-uns des spectateurs crurent même que le corps calleux avait été affecté par une con-

vulsion qui lui était propre; mais peut-être cette commotion dériva-t-elle d'une impulsion mécanique qui agita la tête entière. Il sera à propos d'éclaircir cette observation par de nouvelles expériences.

LXXVIII. EXP.

Continuant la dissection jusqu'aux nerfs olfactifs, et même à l'entrecroisement des nerfs optiques, et faisant arc entre ces parties et les lèvres, le nez et les yeux, j'obtins des contractions, mais bien faibles en comparaison des précédentes. Je fis remarquer qu'en touchant avec l'un des arcs les nerfs optiques, il ne se manifestait jamais aucune convulsion sensible dans la paupière.

LXXIX. EXP.

Cette tête tourmentée depuis long-temps et mutilée, fut réunie par le plan de la section à celle du supplicié qui n'avait pas été soumise aux dissections anatomiques; j'y appliquai les arcs, et en mettant en communication le sommet de la pile avec l'oreille droite de la première tête, et la base avec l'oreille gauche de la seconde, toutes deux éprouvèrent d'abord des contractions semblables à celles désignées plus haut, par l'expérience 75; mais elles furent moins fortes dans la tête qui avait déja servi à toutes les observations déja citées.

LXXX. EXP.

Après ces essais sur la tête, je passai au tronc du second supplicié, que je jugeais plus propre aux expériences.

Il est bon de remarquer que le cadavre avait été exposé environ une heure dans une cour, où la température était de deux degrés au-dessous de zéro (échelle de Réaumur). Les muscles de l'avant-bras, et les parties tendineuses du métacarpe, furent d'abord mis à nu, et il fut établi un arc de la moelle épinière à ces muscles: alors le bras s'éleva, à la grande surprise de ceux qui assistaient aux expériences.

### LXXXI. EXP.

J'établis un arc entre les biceps de chaque bras que j'avais mis parfaitement à nu; j'obtins des contractions analogues, mais un peu plus faibles que dans le cas précédent.

### LXXXII. EXP.

Ayant mis à découvert les tendons extenseurs des doigts sur la face externe du métacarpe, j'établis un arc entre cette région et la moelle épinière, et j'obtins de fortes contractions aux doigts et dans toute la main.

### LXXXIII. EXP.

Je passai aux extrémités inférieures, et je fis arc de la moelle épinière aux muscles *vaste-externe*, *vaste-interne*, *couturier*, et autres, et j'obtins des mouvements très-vifs dans chacun d'eux. Ayant retiré ces arcs et l'appareil de la pile, les muscles conservèrent une petite oscillation qui dura pendant dix minutes. Je remarquai le même

phénomène dans ceux du cou, quand je faisais arc entre diverses parties du tronc et la moelle épinière.

LXXXIV. EXP.

Appliquant l'arc, de la moelle épinière aux muscles mis à découvert au-dessous du tarse du pied droit, les muscles extenseurs éprouvèrent des contractions bien sensibles dans tous les doigts du pied, et en particulier dans le gros orteil. Je répétai cette dernière expérience, en appliquant l'arc, non pas à la moelle épinière, mais aux muscles de la cuisse, mis à découvert dans l'expérience 73. Les mouvements excités furent beaucoup plus forts; de même les muscles de la plante des pieds, quand j'établis l'arc entre eux et les muscles de la cuisse, manifestèrent de plus vives contractions qu'avec toute autre partie éloignée.

LXXXV. EXP.

Après avoir examiné la force des contractions, quand les arcs étaient appliqués à la surface des muscles des extrémités, je tentai de les introduire dans leur propre substance. L'énergie des contractions, dans tous ces cas, a été beaucoup plus vigoureuse.

LXXXVI. EXP.

Ayant éprouvé l'action du galvanisme sur les extrémités, je me proposai de l'examiner sur le tronc. J'établis un arc de la moelle épinière au petit muscle du diaphragme, et j'obtins des contractions remarquables dans tout l'abdomen.

LXXXVII. EXP.

Je fis ensuite ouvrir la poitrine, pour appliquer le galvanisme au plus important de tous les muscles, au cœur. Le péricarde ayant été détaché, j'appliquai le conducteur sur le principal organe de la vie; de plus, je le fis ouvrir pour voir si, dans quelques-unes de ses parties, il existait quelque fibre capable d'oscillation; mais toutes recherches furent vaines. Peut-être que cette absence des contractions dut être attribuée au défaut d'un certain degré de chaleur et d'humidité animale, qui n'existaient plus deux heures après la mort; et il sera bon de répéter l'expérience en observant certaines précautions et dispositions particulières, susceptibles d'en favoriser l'heureux succès.

LXXXVIII. EXP.

J'ai observé dans l'expérience précédente, que le diaphragme se contractait, et que le sang, que je croyais coagulé, après cet intervalle, coulait au contraire, dans le moment de l'application de l'arc, de la veine-cave inférieure et des jugulaires, en présentant une couleur vermeille. Serait-on fondé à conjecturer qu'indépendamment des grandes contractions, il fût possible d'exciter dans l'intérieur du cœur quelques oscillations analogues à celles que j'ai remarquées dans les muscles de la cuisse et du cou? De nouvelles observations, comme nous le verrons plus bas, ont seules répandu des lumières sur cette question.

LXXXIX. EXP.

J'ai remarqué, dans ces expériences, que plus les points du contact de l'arc avec le muscle biceps étaient multipliés, et par conséquent étendus, plus le mouvement du bras augmentait, sur-tout si l'on avait la précaution de séparer parfaitement ce muscle, en enlevant les téguments, et de l'entourer avec le fil métallique à la manière d'un anneau. Par le moyen des arcs appliqués au biceps de chaque bras, je vis, avec la plus grande surprise, que l'avant-bras et la main de l'extrémité où était placé l'anneau ci-dessus désigné, s'élevèrent vivement à la hauteur d'environ six pouces.

XC. EXP.

Je répétai l'expérience, formant l'arc du biceps du bras droit à la moelle épinière (pl. 3, fig. 2.); et il survint aussitôt de telles contractions, que le bras, placé horizontalement dans toute sa longueur, s'éleva dans la partie antérieure, à six pouces au-dessus du plan de la table sur laquelle le cadavre était étendu. Je posai sur la paume de la main un corps métallique, par exemple, une pièce de monnaie : la main la soutint d'abord; mais à un certain degré d'élévation, elle la rejeta assez loin. J'y substituai une tenaille de fer du poids d'une demi-livre : la main s'éleva, et les doigts, se fléchissant, semblaient vouloir la saisir; mais, au plus haut degré d'élévation, la contraction cessa, et les tenailles tombèrent.

Je remarquai que l'augmentation du poids dont on chargeait la main, diminuait très-peu la force de l'élévation du bras. Il est bon d'observer que ces deux dernières expériences eurent lieu une heure et un quart après l'exécution; et celles faites sur les extrémités inférieures, presque deux heures après la mort. Je crois cependant que, répétant sans aucun délai l'expérience précédente, afin de profiter du plus haut degré de vitalité, on pourrait peu-à-peu charger la main avec différents poids, jusqu'à ce qu'on en eût rencontré un qui empêchât totalement le mouvement du bras; ce qui conduirait à évaluer la force d'élévation.

Dans les expériences précédentes j'ai cru devoir omettre certaines observations qui ne s'accordaient point avec celles faites sur d'autres animaux à sang chaud. Mon silence à cet égard, ne nuit à aucune théorie; d'ailleurs des observations qui n'étaient pas suffisamment constatées, auraient occasionné des discussions physiologiques inutiles, et peut-être interminables sans de nouvelles observations.

Ici, comme par-tout, il faut d'autres expériences pour éclaircir les doutes; mais malheureusement elles ne peuvent être constatées que lorsque de nouvelles victimes tombent sous le glaive de la justice. Les méninges, et la substance corticale du cerveau de l'homme, avaient montré une action si faible, que beaucoup de personnes qui avaient assisté aux expériences, regardaient ces parties comme absolument insensibles à l'action de la pile;

l'autorité de plusieurs habiles anatomistes fortifiait d'ailleurs cette opinion. D'un autre côté, comme nous le verrons plus bas, beaucoup d'animaux à sang chaud présentaient des résultats contraires; et il est certain que la nature, toujours d'accord avec elle-même dans l'action du principe général qui met en jeu les forces musculaires, ne devait pas manquer de montrer dans la machine humaine les mêmes phénomènes qu'elle offre constamment chez d'autres animaux à sang chaud.

Je ne dissimulai point cette anomalie à plusieurs de mes collègues, et nommément au savant anatomiste Mondini. Il se prêta d'abord à mes recherches, il me communiqua ses lumières sur ce point, et voulut bien faire toutes les préparations convenables aux expériences suivantes, modifiées d'après les aperçus généraux pris dans les observations précédentes. Un criminel, décapité à Bologne, en février 1802, donna l'occasion de combiner et de vérifier le fait en question.

### XCI. EXP.

Le cadavre du supplicié ayant été transporté dans un lieu voisin de la place, le tronc fut placé sur une table, et la tête sur une autre. Sur cette dernière table était une pile de zinc et de cuivre à cent plaques, et sur la première une autre à cent plaques d'argent et de zinc. Cet appareil facilita beaucoup l'exécution rapide des expériences qui se firent à-la-fois sur toutes les parties du sujet, et nous mit à portée de profiter de sa grande vitalité.

Un choix nombreux de jeunes médecins et chirurgiens, bien zélés pour les progrès du galvanisme, m'aida avec beaucoup d'ardeur. Ils étaient divisés en deux sections; chacune s'était placée autour d'une des deux tables, afin que les opérations des uns ne pussent nuire à celles des autres. Pour me prêter au desir du professeur Mondini, qui voulait voir l'action musculaire dans la tête entière, je fis un arc, à partir de la moelle épinière jusqu'à l'une des oreilles, au moyen de l'interposition de la pile, et j'obtins de fortes contractions sur toute la face, telles qu'on les avait obtenues jusqu'alors chez tous les autres animaux.

### XCII. EXP.

Après avoir scié le crâne avec toutes les précautions possibles, on fit un arc à partir de la dure-mère jusqu'à une des oreilles; et nous observâmes des contractions semblables à celles obtenues, en communiquant le galvanisme à d'autres parties du cerveau. Je découvris ensuite la pie-mère; et par les mêmes moyens nous obtînmes les mêmes résultats.

### XCIII. EXP.

En découvrant la substance corticale dans l'hémisphère gauche, et faisant un arc qui allait jusqu'à l'oreille droite, les mouvements de la face furent très-sensibles dans la partie opposée de l'hémisphère découverte. L'expérience ayant été répétée de différentes manières, donna les mêmes contractions musculaires. Je vis donc cesser ainsi ce que

j'avais bien appréhendé, l'anomalie des méninges et de la substance corticale, qui semblaient se soustraire à l'action générale que l'on observait sur les autres parties du cerveau.

XCIV. EXP.

Ensuite le docteur Mondini, avec toute l'habileté qui lui est propre, tâcha de séparer dans le cerveau la substance médullaire, le corps calleux, les corps striés, les couches des nerfs optiques, et le cervelet. On fit entrer successivement toutes ces parties dans un arc, et on confirma, avec un plein succès, les résultats des expériences faites auparavant sur les cadavres d'autres criminels.

XCV. EXP.

Tandis que la tête, par ces mouvements, effaçait toute idée d'anomalie, qu'avaient fait naître les expériences précédentes, le tronc nous présentait aussi des résultats infiniment intéressants. Le corps était sain et robuste, et indiquait une constitution pleine de vie et d'énergie. En faisant un arc, de l'épine médullaire au biceps, les mouvements furent très-forts dans tout le cadavre, et sur-tout dans le bras, qu'on ne pouvait replier sans beaucoup d'efforts.

XCVI. EXP.

Les contractions ci-dessus indiquées augmentèrent considérablement en appliquant de nouveau l'arc, conformément à l'expérience 89. Le tronc en éprouva une

violente convulsion. On vit les épaules s'élever d'une manière sensible, et les mains s'agiter, et battre la table qui soutenait le cadavre.

XCVII. EXP.

On plaça une sonde d'argent à la moelle épinière (pl. 3, fig. 3.), et une des mains du cadavre fut plongée dans un bain d'eau salée. J'appliquai une extrémité de l'arc à la partie la plus éloignée de la sonde, et l'autre au niveau de l'eau; faisant de cette manière agir le galvanisme, sans aucun contact immédiat avec les parties animales : dès que l'arc fut formé, le bras qui pendait hors de la table se porta vers la poitrine, en parcourant un espace d'environ un pied et demi. J'ai augmenté les contractions en employant en même temps deux piles, composées chacune de cent plaques de zinc et de cuivre; mais cette augmentation de forces ne suivait point la proportion de la plus grande activité des deux piles réunies.

XCVIII. EXP.

Je répétai l'expérience sur les extrémités inférieures. J'établis un arc, de la moelle épinière à l'un des pieds plongé dans un bain d'eau salée : j'obtins des contractions, mais plus faibles qu'aux extrémités supérieures. Il était facile de soupçonner que cette diminution procédait en partie de la position du tronc; c'est pourquoi on plaça le cadavre de manière que les cuisses étant appuyées sur le bord de la table, les jambes qui pendaient au-dehors,

pouvaient se mouvoir en toute liberté. Cette disposition augmenta un peu les effets de la contraction musculaire. Je me propose de réitérer l'expérience, en appliquant l'arc directement aux nerfs cruraux.

### XCIX. EXP.

Une petite portion du grand pectoral, détachée des côtes par l'action de la pile, se contracta fortement, et les mouvements du diaphragme furent aussi très-remarquables. Les muscles pectoraux et les muscles intercostaux, diminuaient les intervalles de toutes les côtes, et ils imitaient les mouvements de la respiration.

### C. EXP.

Je pris la tête coupée ; et l'ayant rapprochée du cou du cadavre, j'établis une communication avec le tronc (pl. 4, fig. 5.) au moyen de la seule humidité ; et formant ensuite un arc, de la tête aux diverses parties du tronc, les contractions furent sensibles par tout le corps, et principalement sur le tronc. Cette observation semble propre à confirmer la puissance de l'arc d'humidité pour exciter les contractions musculaires. Dans cette expérience et dans celles qui précèdent, si, pendant qu'on faisait un arc au moyen de la pile, quelqu'un des spectateurs faisait toucher à quelque partie du cadavre une grenouille préparée selon la méthode ordinaire, cette grenouille éprouvait de fortes contractions, quoique placée loin de l'endroit où l'action du galvanisme était déterminée.

### CI. EXP.

Après avoir employé trois heures à ces expériences, je voulus éprouver l'action du galvanisme sur quelque partie animale séparée du tronc; on coupa donc l'un des membres abdominaux à six travers de doigts au-dessus du genou (pl. 3, fig. 4); et, faisant un arc d'un point du plan de la section au pied, j'obtins des contractions semblables à celles que j'avais obtenues avant la séparation. Je formai l'arc d'humidité en approchant du tronc la jambe coupée; et ayant déterminé l'action de la pile à la moelle épinière et au pied, il en résulta des contractions très-sensibles. J'eus lieu d'observer qu'une grenouille préparée depuis quelque temps, laquelle se trouvait par hasard sur la table, se mouvait comme un électromètre, à chaque application des arcs métalliques, et confirmait ainsi le pouvoir de l'arc d'humidité.

L'action du galvanisme étant considérablement affaiblie par la longueur du temps employé aux expériences précédentes, j'ai tâché de la ranimer en humectant les muscles d'une solution d'opium : les contractions parurent augmentées; ce que j'ai également remarqué sur d'autres animaux à sang chaud. Je crois pouvoir ici attribuer cette augmentation de force de la contraction à l'action de l'opium convenablement préparé; ayant démontré par d'autres expériences que cette substance rend plus énergiques les effets du galvanisme.

En général j'ai observé que l'humidité joue un très-grand

rôle dans les contractions, et qu'elle est même plus importante que la chaleur animale. Je trouve en effet dans mes expériences, que les contractions musculaires ont eu lieu après une très-forte soustraction de la chaleur, quand le cadavre avait été refroidi pendant plusieurs heures, même lorsqu'il avait été exposé à une température au-dessous de zéro. Si, dans ces circonstances, on galvanise un sujet, on obtient sur-le-champ des contractions musculaires, tandis qu'elles cessent avec la plus grande facilité par la privation de l'humidité animale.

Il y a plus, si un muscle mis à découvert se refuse à l'action du galvanisme à cause du desséchement qu'il a éprouvé, on peut sur-le-champ renouveler ses contractions, en faisant reparaître l'humidité au moyen d'une injection pratiquée, soit sur le muscle lui-même, soit sur ceux qui l'entourent. Par ces procédés j'ai pu constater que, cinq heures après la mort, il y avait encore dans le cadavre humain des mouvements partiels chaque fois qu'on appliquait les arcs aux fibres musculaires. Fatigué d'assister à cette longue série d'expériences, je l'abandonnai; mais, à la force des contractions, il était facile de juger que l'on pouvait encore les obtenir bien longtemps.

## SECTION TROISIÈME.

*Réflexions concernant l'action du galvanisme sur les méninges, la substance corticale et le cœur.*

Haller et ceux qui soutiennent son systême, croient que les méninges irritées dans les animaux vivants par plusieurs puissants stimulants, sont toujours insensibles. Les expériences ultérieures ont prouvé le contraire. Les méninges sont affectées, soit en les frottant légèrement avec une plaque de fer, soit en les touchant avec du nitrate d'argent : alors les animaux vivants éprouvent les plus vives douleurs, comme lorsqu'elles sont enflammées. Ces mêmes douleurs ont encore lieu dans l'inflammation de la substance corticale du cerveau ; c'est pour cela que Vogel et Cullen ont rassemblé, sous le titre de *Phrenitis*, tous les symptômes qui accompagnent l'inflammation de la substance corticale, et ceux qui appartiennent à ses membranes. Ainsi l'on voit en général qu'il y a quelques stimulants propres à exciter les méninges et la substance corticale, quoiqu'elles n'obéissent pas indifféremment à la force d'autres stimulants mécaniques.

Les travaux des physiologistes nous avaient déja montré quelques stimulants propres à irriter un organe insensible à d'autres.

Les tartrites antimoniés de potasse, appliqués aux tuniques intérieures de l'estomac, l'irritent de manière à

déranger son mouvement péristaltique, tandis que la conjonctive n'est point affectée par ce même stimulant. Les cantarides exercent une plus forte action sur les reins que sur le ventricule. La matière médicale nous présente encore plusieurs substances qui exercent une action plus décidée sur quelques organes que sur d'autres.

Ces observations m'auraient porté naturellement à croire que le stimulus galvanique devait être considéré comme un irritant propre à exciter la sensibilité des méninges et de la substance corticale. Mais, quoique persuadé de leur sensibilité par d'autres épreuves, je ne crois pas cependant que mes expériences seules suffisent pour leur assigner cette propriété; car les méninges et la corticale sont en général humectées d'une humeur animale, capable de conduire le courant galvanique aux muscles, et de les mettre en contraction. Je pense qu'il faut essayer encore plusieurs autres expériences, avant d'établir que le galvanisme est un stimulant puissant pour exciter les méninges et la substance corticale.

Maintenant je veux décrire deux expériences comparatives, propres à confirmer les résultats obtenus sur la substance corticale et les méninges du cadavre humain.

### CII. EXP.

J'ai soumis la tête d'un bœuf récemment tué à l'action du galvanisme, en présence du professeur Mondini qui en fit lui-même la dissection. Les méninges furent mises à découvert; et en y conduisant l'action du galvanisme, l'on

vit sur-le-champ de fortes contractions dans les muscles de la face. Le même phénomène arriva en touchant avec l'un des arcs la substance corticale. J'ai répété cette observation sur plusieurs têtes de bœufs et d'agneaux, avec le même succès.

CIII. EXP.

En passant par Turin, les professeurs Vassalli, Giulio et Rossi, m'engagèrent à leur répéter mes principales expériences, et nommément celles qui étaient relatives aux méninges, et à la substance corticale.

Le professeur Rossi observa qu'en découvrant le cerveau du bœuf avec un couperet, on causerait un ébranlement, et par suite une altération dans le cerveau, qui pourraient bien nuire à l'intégrité des résultats. Il proposa, de concert avec le professeur Giulio, de découvrir le cerveau au moyen du trépan; ce qui donna la plus grande précision à l'expérience.

On trépana donc la tête d'un bœuf, et les méninges mises à découvert furent soumises à l'influence galvanique. A chaque application de l'arc, les professeurs Vassalli, Giulio, Rossi et moi, pûmes observer des contractions musculaires évidentes et même assez fortes; elles semblèrent augmenter par le contact de l'arc sur la substance corticale; et en général elles parurent acquérir plus d'intensité, à mesure que l'on enfonçait davantage l'arc dans la substance du cerveau.

Dans cette occasion, les mêmes professeurs m'ont engagé à répéter plusieurs autres expériences concernant,

soit la théorie du galvanisme, soit son pouvoir sur l'économie animale. Après avoir exposé au professeur Rossi, le 15 juillet 1802, les effets que j'avais obtenus sur des suppliciés, il m'apprit que, ce même jour, il y avait un malheureux condamné à être décapité; mais l'impossibilité de combiner en si peu de temps une série d'éxpériences, le fit aller lui seul à l'hôpital, où il vit, pour la première fois, les résultats dont j'ai parlé; c'est depuis que ses collègues et lui en ont fait l'objet spécial d'un grand travail.

Les professeurs Vassalli et Giulio m'invitèrent à leur démontrer toutes les expériences relatives à l'existence du galvanisme indépendamment des métaux. Quoique élancé depuis long-temps dans la carrière du galvanisme, je me félicite d'avoir, dans cette circonstance, donné un nouveau degré de force à leur intérêt pour cette découverte. C'est de cette époque qu'ils ont formé un comité galvanique, reconnu et respecté par tous les savants, lequel a rendu de grands services aux progrès de la science. L'occasion de parler ici de l'action du galvanisme sur le cœur, pourra convaincre de la vérité de ce que je viens d'avancer.

Avant mon départ d'Italie, j'ai annoncé que j'avais excité, par le moyen de la pile, le mouvement du cœur dans les animaux à sang froid. Mais j'ai avoué avec ingénuité que je n'avais pas obtenu le même effet dans les animaux à sang chaud. La physiologie doit cette découverte au comité de Turin, et je suis bien aise de déclarer publiquement que j'ai constaté moi-même ses procédés sur quelques animaux.

Il convient d'observer que les expériences, faites sur le cœur de suppliciés en Italie et à Londres, ne sont pas en opposition avec les siennes. L'action du galvanisme fut déterminée dans un tel intervalle après la mort, que, selon les observations même de ce comité, il n'était plus possible d'exciter les convulsions musculaires.

Je pense cependant que la différente structure des animaux contribue beaucoup à démontrer plus ou moins facilement les effets de l'influence galvanique sur le cœur. J'ai souvent essayé à Bologne le galvanisme sur le cœur de plusieurs bœufs immédiatement après la mort; j'ai dirigé l'action de différentes manières, en présence d'habiles anatomistes, tels que le professeur Mondini et le docteur Sabbatini; et je suis parvenu jusqu'à injecter les vaisseaux sanguins qui se portent à cet organe, avec de l'eau échauffée à la température naturelle du sang. Je n'ai jamais pu constater dans ce cas la plus petite contraction du cœur. Cette apparente anomalie ne doit pas cependant faire douter de l'action générale du galvanisme sur ce viscère : elle est d'ailleurs démontrée par des observations bien constatées.

Le comité de Turin a essayé l'influence galvanique sur le cœur de trois différentes manières.

1.° En armant la moelle épinière par le moyen d'un cylindre de plomb enfoncé dans le canal des vertèbres cervicales, et en portant ensuite l'une des deux extrémités d'un arc d'argent sur la surface du cœur, et l'autre à l'armature de la moelle épinière. Le cœur, qui, dans

l'individu soumis au galvanisme, jouissait encore d'une grande vitalité, présenta aussitôt des contractions très-visibles et assez fortes.

2.° En armant les nerfs de la paire vague et les grands sympathiques, sans le secours de la pile.

3°. Au moyen des appareils de Volta, et en faisant usage en général d'une pile composée de cinquante disques d'argent et d'autant de zinc, avec les cartons trempés dans une forte dissolution de muriate de soude.

Le comité de Turin, par ces trois procédés, a observé sur plusieurs décapités, de très-fortes contractions dans le cœur, et il a remarqué que la pointe du cœur est, de toutes ses parties, la plus mobile et la plus sensible à l'influence galvanique. Les contractions produites par le dernier de ces trois procédés étaient non-seulement plus fortes, mais encore d'une plus longue durée. Il a même constaté qu'il y avait une forte contraction dans les muscles volontaires, quand aucune partie du cœur ne donnait plus le moindre mouvement.

Le professeur Rossi a confirmé cette propriété, en faisant usage tantôt du galvanisme, tantôt d'autres stimulants purement mécaniques, et en comparant ensemble leur action. Après avoir ouvert la poitrine d'un chien décapité, il a armé les nerfs du cœur, et ensuite ceux des extrémités inférieures. Cela fait, il a commencé à irriter le cœur avec une épingle, et successivement les autres muscles qu'il avait préparés, et il a obtenu des contractions tant dans l'un que dans les autres. Il a répété l'expé-

rience avec l'appareil de Volta: les contractions ont été plus violentes; elles ont même continué près de douze minutes environ après la décapitation.

Douze autres minutes après, le professeur recommença l'expérience ; il ne put obtenir de contractions visibles dans aucune partie du cœur au moyen de l'épingle, qui les produisait néanmoins très-sensiblement dans les muscles des extrémités. Il a ensuite employé le galvanisme, qui a agi avec énergie sur les muscles, et nullement sur le cœur. Il a vu de pareils effets dans d'autres animaux, même en armant le cœur et d'autres muscles d'après la méthode proposée par M. Nysten. Je rapporterai simplement les résultats de ces expériences, renvoyant ceux qui voudront en connaître les détails à son rapport, lu à la classe des sciences exactes de l'Académie de Turin.

Il conclut donc, 1.° Que si l'irritation mécanique de l'épingle et du scalpel a excité dès le commencement des contractions sensibles à la vue, dans les intestins, le cœur et le diaphragme; les mêmes contractions étaient beaucoup plus fortes avec la pile. 2.° *Que lorsque ni le cœur, ni le diaphragme ne se ressentaient plus de l'irritation du scalpel, celui-ci excitait encore des contractions dans les muscles des extrémités.* 3.° Qu'après les intestins, le cœur a perdu le premier la susceptibilité galvanique; ensuite le diaphragme, et enfin les muscles des extrémités.

Le premier et le dernier de ces corollaires sont en correspondance avec les résultats de mes expériences; mais

le second, comme nous le verrons plus bas, ne s'accorde pas avec les observations d'autres physiologistes.

M. Nysten a communiqué dernièrement à la Société des *Observateurs de l'homme* plusieurs expériences récentes, dont le but est de prouver que la durée de la susceptibilité galvanique dans le cœur varie suivant les différents genres de morts subites; et qu'à moins que cette faculté n'ait été éteinte par quelque cause dont il se réserve de donner l'explication, le cœur est de tous les organes celui qui conserve le plus long-temps cette susceptibilité. Ces résultats sont diamétralement opposés à ceux obtenus par le Comité de Turin, et par moi, dans mes essais faits en présence des commissaires de l'Institut national, lesquels, après les expériences sur les muscles involontaires, parlant du cœur, concluent dans leur rapport: « *Il est certain* « *que cet organe perd en très-peu de temps, et bien plus tôt* « *que les autres muscles, la faculté d'être agité par le galva-* « *nisme.* »

Il est naturel de se demander ici quelle est la cause de cette différence dans l'action du galvanisme appliqué au cœur et aux autres muscles; différence qui semble contredire toutes les analogies, et que cependant les faits démontrent. Je pense qu'au lieu de proposer de vaines conjectures, il vaut mieux avouer franchement avec le Comité de Turin, qu'elle est encore entourée de ténèbres; qu'il n'est pas encore temps de déchirer le voile épais qui la cache; que les faits que nous possédons ne

suffisent pas pour nous éclairer, et que le petit nombre de données éparses que nous avons réussi à recueillir, n'offrent pas entre elles cette liaison qui seule pouvait engager à faire des tentatives pour dissiper l'obscurité.

J'observe que ces résultats ne contredisent point la doctrine proposée par Haller. Il est bon d'épargner de grands changements dans la science, quand on n'y est pas forcé par la nature même des choses. Haller annonça que le cœur en général obéissait à tous les stimulants; il devait donc ressentir l'action de l'influence galvanique, puisqu'elle est un stimulant elle-même. Jusqu'à présent il n'y a aucune incompatibilité entre le galvanisme et les principes d'Haller. Ce savant établit ensuite que le cœur ressent plus long-temps que les autres muscles l'action des stimulants alors connus; et l'on voit par-là que les faits découverts par le galvanisme ne sont pas compris dans la doctrine d'Haller, et que par conséquent ils ne peuvent être en opposition avec elle. Je conviens que ces faits méritent une explication particulière, qu'il faudra puiser dans les propriétés du nouvel agent qui les a produits: l'on parviendra ainsi à lier des connaissances qui semblaient tout-à-fait disparates.

J'en excepte pourtant la partie des observations publiées dernièrement par le professeur Rossi à Turin, qui prouvent que l'action * des stimulants mécaniques dure

* Rapport des expériences galvaniques, faites par M. Rossi, le 24 nivose an 11, pag. 14, second corollaire.

plus long-temps dans les muscles que dans le cœur; elles me semblent les seules qui soient en contradiction avec celles de Haller, parce qu'il y a parité entre le stimulant employé par l'un et par l'autre; et cependant l'on obtient des résultats absolument opposés.

Je me propose d'examiner scrupuleusement ces expériences avant d'en tirer une conclusion précipitée qui serait contraire à une foule d'observations faites par les plus habiles physiologistes de nos jours.

## SECTION QUATRIÈME.

*Action du galvanisme sur le cadavre de l'homme, dans le cas de mort naturelle.*

La durée de l'excitabilité par le galvanisme dans un sujet supplicié, m'a fait espérer de parvenir à des résultats avantageux, en appliquant ma méthode aux cas de mort naturelle; mais pour cela il m'a fallu la modifier de manière qu'elle pût être utile à l'humanité, sans lui être nuisible dans aucun cas.

On ne peut sans indignation rappeler ici la témérité de certains anatomistes, tels que Hérophile et Erasistrate qui, méprisant les droits sacrés de la nature, ont par des opérations inconsidérées, sacrifié des victimes à leur barbare curiosité. En conséquence j'ai imaginé une méthode qui pût exciter les contractions musculaires sans aucune section ou séparation des muscles, et sans le plus petit

dérangement de l'économie animale : elle est tellement combinée, que la police médicale la plus rigoureuse ne pourrait la rejeter.

CIV. EXP.

Pour essayer les forces de la vitalité dans l'homme après sa mort naturelle, je mis en contact la main d'un cadavre humectée d'eau salée (pl. 5, fig. 1.) avec la base d'une pile de Volta, et j'établis un arc qui d'une oreille se portait au sommet de la même pile. Je répétai la même expérience, plongeant les mains du cadavre (pl. 5, fig. 2.) dans deux bains d'eau salée, mis en communication avec les pôles opposés d'une pile, par deux conducteurs métalliques. La force de la pile employée dans ces expériences était de cinquante plaques; j'avais néanmoins la précaution de l'administrer par degrés.

L'influence galvanique, communiquée par ces procédés, a produit, selon la différente vitalité des cadavres, différentes contractions, tantôt aux doigts, tantôt à la main, tantôt au bras entier. Les doigts se fléchissent et se replient très-sensiblement, et quelquefois l'avant-bras tout entier se porte vers la poitrine. On conçoit aisément l'importance de ces observations pour déterminer la durée des forces vitales après la mort. Si l'on parvient un jour à éclaircir ce point intéressant, l'on pourra alors décider, d'une manière probable, les cas où il faut retarder l'enterrement, et ceux où le bien de l'humanité exige que l'on employe tous les moyens possibles pour ranimer les forces

vitales. Dans le grand hôpital de Bologne j'ai fait plusieurs observations à cet égard ; et j'ai remarqué combien la différence des maladies contribue, toutes choses égales, à la différente durée des contractions musculaires. J'ai varié et multiplié les essais sur divers genres de mort, à la suite de fièvres putrides gastriques, de pleurésies, de blessures au péricarde, du scorbut, et de l'accouchement ; et les résultats ont singulièrement varié selon les circonstances de la maladie, l'âge, et le tempérament : ce qui confirme l'utilité que ces expériences, suivies longtemps par d'habiles physiologistes, pourraient procurer à la médecine. Ces essais ne sont pas de pure curiosité ; ils offrent de grandes vues pour le bien de l'humanité dans une foule de cas, tels que la mort, produite par une altération au cerveau, et par l'asphyxie. L'Académie des sciences et quelques autres académies savantes ont bien mérité de l'humanité en proposant différents stimulants. Je les invite aujourd'hui à employer dans des cas semblables l'action du galvanisme suivant la méthode que j'ai proposée. Il est bon de multiplier les moyens de soulager nos semblables sur-tout dans des circonstances où l'ancienne médecine nous offre fort peu de ressources. En attendant, je crois utile de faire quelques essais sur les animaux asphyxiés de différentes manières. Ces essais pourront être précieux, et donner beaucoup de lumières pour sauver la vie aux hommes. Je me croirai heureux, si l'encouragement que j'ai reçu de plusieurs savants, peut réunir un jour l'approbation générale. Je n'ai rien épargné

pendant mon séjour à Paris, pour publier et démontrer ma méthode. Le professeur Pinel s'est prêté à mes expériences avec le plus grand zèle; il a vu lui-même les contractions musculaires excitées dans une vieille femme, morte d'une fièvre putride. L'intérêt qu'il a pris à mes recherches, m'a engagé à lui communiquer différentes vues pour soulager les infortunés confiés à son habileté et à ses soins bienfaisants dans l'hôpital de la Salpêtrière : nous parlerons plus au long des tentatives faites à cet égard, dans la troisième partie de cet ouvrage.

Maintenant je me propose de tirer quelques corollaires généraux de la série de mes expériences, concernant le pouvoir du galvanisme sur les forces vitales. 1.° Les muscles ressentent plus fortement l'action de la pile quand ils sont parfaitement à découvert, et que l'arc pénètre intimement leur substance. 2.° Les convulsions s'augmentent à proportion du nombre des points de contact de l'arc avec les muscles. 3.° On obtient dans bien des cas des contractions musculaires, en faisant un arc d'un muscle à l'autre. 4.° Les commotions musculaires qui se refusent aux procédés de Haller, se manifestent presque toujours avec promptitude par le moyen de la pile. 5.° Il est prouvé, selon les dernières observations, que le cœur obéit à l'action du galvanisme. 6.° Ce muscle qui, selon les principes d'Haller, est le premier qui reçoive la vie, et le dernier qui la perd, suit une loi différente lorsqu'il est soumis à l'action du galvanisme. 7.° Les partisans de Haller, pour exciter ces contractions, emploient le plus souvent des

stimulants qui altèrent la texture des fibres musculaires, et détruisent leur continuité; inconvénient que l'on évite entièrement si l'on employe l'action du galvanisme. 8.° Les appareils ci-dessus énoncés n'étant pas appliqués à la moelle épinière seule, mais aux différents nerfs de la machine animale, pourront offrir à l'anatomiste une myologie expérimentale, avec laquelle il rendra sensibles à l'œil les points fixes et mobiles des muscles, et le terme véritable de leur action. 9.° Les expériences faites sur les individus morts naturellement sont de la plus grande importance pour la physiologie. Je me flatte qu'en poursuivant ces recherches plus en détail, elles nous feront un jour connaître mieux la nature des forces vitales, et leur durée différente, suivant le sexe, l'âge, le tempérament, les maladies, et même encore les climats, et les altérations de l'atmosphère.

---

Je crois convenable de joindre ici le témoignage des savants qui ont répété mes expériences. Le Comité de Turin décrit l'étonnement dont furent frappés les spectateurs de leurs expériences galvaniques, en voyant dans le cadavre de l'homme les contractions des muscles frontaux, de ceux des paupières, de la face, de la mâchoire inférieure, de la langue, et les convulsions des muscles des bras, de la poitrine, du dos, qui élevaient le tronc de quelques pouces sur la table. « Les « contractions des muscles pectoraux et des muscles intercostaux ex- « ternes et internes diminuaient les intervalles de toutes les côtes, et les « approchaient avec violence les unes des autres, en élevant les infé- « rieures vers les supérieures, et celles-ci vers la première côte et la « clavicule. Les contractions du bras, lorsqu'on touchait le muscle

« biceps découvert, ainsi que son tendon, étaient tellement promptes « et violentes, que l'entière flexion de l'avant-bras sur le bras avait lieu, « et que la main enlevait un poids de quelques livres plus de 50 minutes « après la décapitation. On peut lire de semblables expériences dans les « ouvrages d'Aldini. »

On trouvera aussi que les expériences sur le cœur sont tout-à-fait en correspondance avec celles que j'avais observées en Italie, relativement à sa propriété de conserver plus long-temps que d'autres muscles la faculté d'obéir à l'action du galvanisme.

« Une circonstance bien remarquable, disent-ils, c'est que le cœur, * « qui, parmi les muscles, est celui qui conserve en général le plus « long-temps la contractilité aux stimulants mécaniques, est des pre- « miers à devenir insensible à l'influence galvanique. Les muscles du « bras, du dos et de la poitrine, continuent à être excitables par le « galvanisme des heures entières, et le cœur avait perdu son excitabilité « dès la quarantième minute environ après la mort.

« Les muscles volontaires, qui perdent plus promptement que le « cœur leur excitabilité, par rapport aux stimulants mécaniques, la « conservent plus long-temps que lui, par rapport à l'agent galvanique. »

L'effet du galvanisme n'a pas seulement été reconnu sur les muscles; il a encore été démontré sur les artères, et sur quelques parties constituantes du sang. Tourdes, professeur à Strasbourg, après avoir séparé du sang l'humeur aqueuse, a soumis la fibrine à l'action de la pile galvanique; elle était exposée à une température d'environ 30 degrés (ther. de Réaumur): au moment du contact, il s'est manifesté des trémoussements, des oscillations, et une palpitation analogue à celle qu'éprouvent les chairs d'un animal qui vient d'être égorgé; on aperçut aussi un double mouvement de contraction et de dilatation sensible à l'œil armé d'une loupe, effet caractéristique de la force vitale propre aux muscles, au tissu cellulaire, etc.

* Rapport présenté à la Classe des sciences exactes de l'Académie de Turin, le 27 thermidor an 10, concernant les expériences galvaniques, faites, les 22 et 26 du même mois, sur la tête et le tronc de trois hommes, peu de temps après leur décapitation.

Je remarquerai que cette expérience a été publiée par le professeur Tourdes, en l'an X, dans le n.° 3 de la *Décade philosophique;* et par conséquent je ne saurais être de l'avis de ceux qui l'ont annoncé dernièrement comme une découverte qui leur appartenait.

Je terminerai cette note par quelques phénomènes que j'ai reconnus, en répétant mes expériences à Londres. M. Babyngthon proposa *, dans l'amphithéâtre anatomique de S.-Thomas, de faire passer l'action du galvanisme, du nerf optique à l'iris, afin d'examiner s'il y aurait quelque contraction dans la pupille. Le célèbre anatomiste Astley Cooper, qui avait fait les autres dissections, se prêta de même à celles-ci.

J'appliquai l'influence galvanique, et je vis décidément la pupille se contracter dans différents quadrupèdes; ce que je n'avais pu observer chez l'homme. Quelques membres de la Société galvanique, notamment MM. Benoît Mojon et Bonnet, ont répété cette expérience à Paris avec le même succès. Les observations rapportées par le professeur Alexandre Monro, sur la structure de la pupille, et sur la nature des parties qui la composent, devaient conduire à ce résultat.

Le desir que j'eus à Londres de répondre à l'honneur que voulaient bien me faire plusieurs princes de la famille royale, en assistant à mes expériences, m'engagea à choisir des animaux qui pouvaient me permettre d'espérer les résultats galvaniques les plus énergiques : en conséquence la tête d'un bœuf fut exposée à l'action du galvanisme; et j'observai sur-le-champ que les convulsions étaient beaucoup plus fortes que celles que j'avais aperçues, en Italie et ailleurs, dans les animaux de la même espèce.

La taille et la vigueur des bœufs anglais, en général très-prononcées, augmentèrent les effets du galvanisme; l'irritation des organes fut si grande, qu'il y eut un ébranlement dans la tête entière; on entendit une espèce de bruissement sortir des narines; et ce bruit serait devenu peut-être un véritable beuglement, si les principales parties de l'organe de la voix n'avaient pas été séparées dans la décapitation.

* Experiments of professor Aldini on galvanism, Philosophical magasin by Alexander Tilloch, n.° 56, pag. 366.

J'ai observé de plus, qu'une personne ayant saisi avec un crochet de fer la peau de la langue qui sortait de la gueule, ressentit un effort très-sensible que faisait cette partie pour rentrer, toutes les fois qu'on appliquait l'influence galvanique à la moelle de l'épine et aux muscles cervicaux ; la force a été quelquefois à un tel point, que le bout de la langue a été dechiré.

FIN DE LA SECONDE PARTIE.

# TROISIEME PARTIE.

## DE L'APPLICATION DU GALVANISME A LA MÉDECINE.

Si la doctrine du galvanisme a beaucoup éclairé la physique et la chimie, quelles ne doivent pas être les prérogatives de la médecine, relativement aux lumières que cette nouvelle connaissance doit répandre sur elle! Quelle plus agréable perspective de succès ne lui offre pas ce nouvel horizon dans un grand nombre d'affections tant aiguës que chroniques! Les vœux les plus ardents du philosophe Galvani se tournèrent toujours à ce qu'on appliquât sa précieuse découverte à la médecine. S'il n'a pu faire cette application, il l'a préparée, il l'a facilitée par ses nombreuses recherches, par ses pénibles travaux, et ainsi il s'est placé, en méritant notre reconnaissance, au rang des bienfaiteurs de l'humanité. Déja ses vœux philanthropiques commencent à recevoir leur plein accomplissement. Cependant, que le lecteur ne s'attende point à trouver ici une série de guérisons miraculeuses, opérées par ce nouveau moyen; mon intention n'est pas de répandre un faux éclat sur la mémoire d'un oncle qui me fut cher. Si je suis loin d'être parvenu à la profondeur de ses vues, à la sublimité de ses talents, j'ai toujours tâché du

moins d'imiter sa modération et sa prudence dans toutes les applications de sa théorie. Je crois qu'il reste encore beaucoup à faire pour se décider sur les meilleures méthodes de se servir de ce nouvel agent : les faits, quoique multipliés, ne me paraissent pas être assez nombreux pour pouvoir établir des principes sûrs et invariables. Nous avons cependant entre les mains des résultats très-précieux, appuyés sur des observations de la plus haute importance ; et je pense qu'il serait grandement utile de répéter, et de varier une foule d'expériences qu'on semble avoir oubliées : nous en tirerions sans doute des preuves qui appuieraient l'utilité du galvanisme et la possibilité de son application au soulagement de l'homme malade. La nouveauté des faits n'est pas un motif d'en faire peu de cas, et de les ridiculiser comme se le permettent quelques critiques peu sensés, qui ne paraissent obéir qu'à leurs préventions. Conduit par ces sages réflexions, et desirant porter le plus de clarté possible sur une matière difficile et tout-à-fait neuve que je vais traiter, je distribuerai mes recherches sous les titres énoncés ci-après.

## SECTION PREMIÈRE.

*Différences entre l'administration du galvanisme et celle de l'électricité ordinaire.*

Plusieurs raisons me déterminent dans la préférence que je donne à l'administration du galvanisme à l'aide de la pile, sur celle de l'électricité qu'on emprunte d'un

appareil qui en est surchargé. Quant à l'action de la machine électrique ordinaire, la difficulté d'opérer dans une saison humide, la longueur du temps qu'il faut pour la produire, le besoin de recharger la bouteille ou les conducteurs, chaque fois que les malades ont été en contact avec ces corps, sont autant d'obtacles qui rendent peu commode cette méthode dont, pour cette raison même, on fait rarement usage depuis quelque temps. La pile, au contraire, ainsi que j'ai eu souvent occasion de l'observer, agit également en tout temps ; elle ne craint point les effets de l'humidité, et présente une espèce de bouteille de Leyde qui, loin de se décharger comme elle, retient au contraire très-long-temps sa propriété. On peut la regarder comme un appareil contenant en soi-même une suite de bouteilles graduellement chargées au moyen de la machine électrique ordinaire. Mais pour me servir convenablement des avantages qui sont propres à cette pile, j'ai pour usage de placer à l'un des montants de verre qui la soutiennent, une échelle qui marque ses degrés proportionnels d'activité. Ainsi j'établis des points fixes qui, répondant aux phénomènes de l'administration médicale, me conduisent à déterminer les divers degrés de force nécessaires dans les différentes espèces de maladies.

Je pourrais prouver ici par un très-grand nombre de faits, combien l'administration du galvanisme ressemble peu à celle de l'électricité. Si l'on donne avec la machine ordinaire le bain électrique à un malade, l'impression qu'il en reçoit est peu considérable; si l'on communique

une secousse avec la bouteille de Leyde, l'action est forte, mais non permanente : il en est tout autrement du galvanisme, où l'on obtient une action vive et en même temps continue. La machine électrique ordinaire ne produit aucun effet si le malade n'est pas isolé : le galvanisme produit lentement une action durable, qui se prolonge et détermine un mode particulier de circulation, que décèlent bientôt des effets remarquables sur les différentes humeurs du corps. Je rappellerai ici à mes lecteurs les expériences faites, à l'aide du galvanisme, sur le sang, la bile et l'urine, qui ont donné lieu à des phénomènes que n'ont pu déterminer ni la simple électrisation, ni le contact de la bouteille de Leyde. Je remarquerai enfin que l'extrême commodité de la pile pour la prompte administration du galvanisme sur un grand nombre de malades, rend, toutes choses égales d'ailleurs, cette administration bien préférable à celle de l'électricité ordinaire.

## SECTION SECONDE.

*De l'action du galvanisme sur les organes de la vue et de l'ouïe.*

Le galvanisme, communiqué aux différentes parties du visage, excite dans les yeux un éclair plus ou moins lumineux, selon la nature des parties auxquelles il est appliqué. Cet organe, quoique délicat, ne souffre point de l'action des arcs métalliques, et l'effet de celle-ci ne va pas jusqu'à déranger son organisation : c'est ce qu'a démontré,

il y a plusieurs années, le professeur Volta, qui fit à Milan la découverte de ce phénomène, en appliquant un conducteur de zinc, d'une part sur le globe de l'œil, et de l'autre sur le sommet de la langue, armé d'une plaque d'étain. L'expérience a prouvé, depuis, que, pour administrer le galvanisme aux maladies des yeux, il valait beaucoup mieux faire usage de la pile. Pour exciter l'éclair dans les yeux, il n'est point nécessaire qu'ils soient ouverts; on le produit de même, soit qu'on recommande à la personne de les tenir fermés, soit qu'on les couvre d'un bandeau, ou qu'on place encore le sujet dans une chambre obscure, après lui avoir couvert les yeux.

Quelques physiciens ont cru que ces observations pourraient contrarier l'opinion de Newton, et favoriser celle proposée par Euler, sur la cause de la lumière. Ils pensent que l'on ne peut exciter la vision, lorsque des émanations lumineuses ne peuvent point pénétrer cet organe; d'ailleurs ils croient que les vibrations de l'*éther* renfermé dans l'œil, sont capables d'exciter la vision indépendamment des corps extérieurs. Laissant cette question étrangère à mon principal objet, je me contenterai de leur observer que le célèbre anatomiste Darwin, long-temps avant la théorie du galvanisme, a reconnu que, même les yeux étant fermés, il y avait des stimulants internes propres à produire des apparences de lumière et de couleurs.

L'application du galvanisme à la vue démontre principalement combien il diffère par ses effets de l'électricité ordinaire. Son action est très-faible lorsqu'on se sert d'une

pointe métallique au-dedans d'un tube de verre, pour diriger un faisceau électrique sur la cornée. Et quel danger n'y aurait-il pas à décharger sur cette partie délicate le courant électrique d'un conducteur chargé, ou d'une bouteille de Leyde ! Le galvanisme pouvant agir, quoique appliqué à des parties éloignées de l'œil, doit donc être substitué de préférence à l'électricité ordinaire, qui ne peut avoir d'effet qu'autant qu'elle est déterminée immédiatement sur cet organe Les expériences suivantes viendront à l'appui de mon opinion.

CV. EXP.

Si l'on applique une main à la base de la pile, et qu'on touche ensuite son sommet avec une partie quelconque du visage, qu'on aura préalablement humectée d'eau salée, il s'excite dans les yeux un éclair brillant. L'on obtiendra le même effet si, au lieu de toucher la base de la pile avec la main, on la touche avec la plante du pied. L'action des bouteilles de Leyde, substituée à celle-ci, n'a jamais produit d'éclair dans les yeux.

CVI. EXP.

Après m'être assuré sur moi-même et sur quelques autres personnes, de la production constante de l'éclair dont je viens de parler, je répétai l'expérience en public. Je disposai deux plaques métalliques horizontalement l'une au-dessus de l'autre, à la distance d'environ neuf pouces, de manière que six personnes dont les mains étaient mouillées

d'eau salée, pouvaient toucher d'une part avec la main le plan inférieur, et de l'autre le plan supérieur. J'établis alors avec la langue la communication entre les deux plans, au moyen de la bouteille de Leyde : les personnes soumises à l'expérience ressentirent toutes une vive commotion, mais pas une ne vit d'éclair. Je me servis ensuite de la pile comme moyen de communication, et elles aperçurent toutes l'éclair, quoique la commotion eût été bien moins vive qu'avec la bouteille de Leyde.

Cette expérience est accompagnée des mêmes résultats, soit qu'on fasse toucher le plan supérieur avec la langue, ou qu'on y applique le nez ou toute autre partie de la figure.

## CVII. EXP.

La singularité de ces faits attira l'attention de tous mes élèves et des assistants, qui m'engagèrent à les répéter avec quelques modifications propres à prévenir toutes les objections qu'on pourrait imaginer. On supposa donc que la lumière répandue dans la salle avait pu, par sa vive impression, empêcher d'apercevoir l'éclair que la bouteille de Leyde avait excité. Je fis alors naître la plus profonde obscurité. Un de mes élèves prit ensuite une bouteille de Leyde, qu'il appliqua au bout du nez d'une personne avec laquelle il était en communication par l'autre main. La secousse fut vive ; mais ni l'une ni l'autre des deux personnes qui se soumettaient à l'expérience n'aperçurent l'éclair. On crut d'après cela qu'il serait

possible que l'habitude de percevoir la sensation de la lumière rendît sans effet l'obscurité; et l'on jugea qu'il conviendrait que la personne soumise à l'expérience restât pendant un certain temps dans un lieu sombre. Cette précaution devait nécessairement mettre en état de saisir l'éclair, quelque faible qu'il fût, si la décharge de la bouteille de Leyde sur l'œil était capable de le produire. L'expérience ainsi faite ne donna pas d'autres résultats que ceux qu'on avait obtenus auparavant.

Lorsqu'on considère les lois ordinaires de l'électricité, on a beaucoup de peine à se rendre compte de l'action du galvanisme sur l'organe de la vue : c'est aux physiciens à nous éclairer sur cette théorie, et à nous rendre raison des différentes manières d'agir du galvanisme et de l'électricité ordinaire. Il suffira au médecin de connaître cette différence, et les faits qui l'établissent, pour qu'il détermine le cas où il pourra employer de préférence l'un ou l'autre de ces agents.

Avant de passer à l'application du galvanisme, dans les maladies qui affectent les yeux, je crois devoir en établir une division en quatre classes.

La première considérera ceux qui naissent privés de la vue.

La seconde comprendra la cécité produite par la désorganisation de l'œil, depuis la naissance.

Dans la troisième je placerai les cas de cécité sans désorganisation visible.

Enfin la quatrième renfermera l'affaiblissement de la vue à la suite d'une maladie quelconque.

Si le galvanisme ne peut rien dans les deux premiers cas, son administration n'en est pas moins un objet important de recherches pour le physiologiste. On a beaucoup raisonné dans le siècle dernier sur l'état où dut se trouver, en voyant la lumière pour la première fois, l'aveugle-né qu'opéra le professeur Cheselden.

Si l'on n'est pas entièrement satisfait sur cet objet, c'est qu'on n'a pas suivi ou qu'on n'a que peu interrogé le malade, qui devait d'ailleurs devenir tous les jours de plus en plus difficile à observer, par l'habitude qu'il prenait de voir, et qui le familiarisait rapidement avec les corps extérieurs. Je crois qu'on peut aujourd'hui, par le galvanisme, se rendre meilleurs juges de l'homme dans cet état; il suffira de galvaniser les yeux d'un aveugle-né, pour lui donner l'idée de la lumière. On répétera l'expérience autant de fois qu'on le jugera à propos, et l'on ne sera point contrarié par une opération chirurgicale. Je me suis proposé souvent à Bologne de faire cette importante expérience; mais tous les individus que j'avais à ma disposition avaient perdu la vue par la petite vérole, ou n'étaient point entièrement privés de la lumière.

Ne trouvant point d'aveugle-né, et forcé par cette raison de renoncer à l'expérience que je desirais faire, je me contentai de songer aux moyens d'appliquer avantageusement le galvanisme dans ce cas, s'il venait à se présenter. Il me vint ensuite à l'idée de m'en servir sur des personnes aveugles depuis leur tendre enfance. Voici quel fut le résultat de cet essai.

Je choisis cinq aveugles, dont les uns étaient dans cet état depuis trente ans, d'autres depuis quarante, et même davantage. Je commençai par leur appliquer le galvanisme au bras, afin de les familiariser avec son action, et pour leur apprendre à en distinguer la sensation. Je leur touchai ensuite, dans une chambre fort obscure, les lèvres et le bout du nez au lieu des bras, et je suis parvenu trois fois, par ce moyen, à leur faire percevoir la véritable sensation de la lumière. Cette expérience pourra, je pense, nous faciliter le moyen de résoudre le problême que présentait aux philosophes l'aveugle-né de Cheselden. Le galvanisme leur fournira probablement les moyens de faire naître à volonté la sensation de la lumière.

Je me suis servi de cet agent pour les amauroses. J'ai traité une femme qui avait un œil affecté d'une goutte sereine, parfaitement caractérisée, et dont l'autre œil était extrêmement faible. Après lui avoir administré de différentes manières le galvanisme, je m'aperçus que l'œil privé de la faculté de voir, percevait l'éclair, et que celui qui n'était que faible, devenait meilleur. Je m'assurai, au moyen d'un livre, que la vue de cette femme s'améliorait sensiblement. Je le plaçais à chaque fois que je répétais l'expérience, à une certaine distance; à mesure que je galvanisais, je retirais le livre, jusqu'à ce que la personne ne pût plus y lire. J'ai trouvé à la fin qu'elle distinguait les lettres à une distance beaucoup plus grande qu'avant; mais, il faut l'avouer franchement, cet avantage ne fut pas de longue durée; il était séduisant au premier

abord, et bien fait pour augmenter la confiance que j'avais alors dans le galvanisme pour la guérison de la goutte sereine. Mais j'ai reconnu qu'en suspendant l'expérience on perdait bientôt les avantages qu'on avait obtenus : ce fut ce qui me découragea, et me fit renoncer à l'application du galvanisme dans cette maladie. Je suis cependant très-persuadé qu'en variant les moyens de cette application, on pourra un jour obtenir, sinon un succès complet, au moins de très-bons effets. Je remarquerai aussi à cette occasion, qu'en traitant une amaurose par l'électricité ordinaire, je ne pus jamais obtenir un éclair, quoique le choc électrique ait eu lieu sur l'œil même.

Je n'ai pas eu beaucoup d'occasions d'essayer le galvanisme dans les altérations de l'ouïe. Je savais d'ailleurs que d'habiles professeurs s'en étaient occupés, et travaillaient encore à perfectionner l'application de ce moyen dans la surdité. Je crus d'après cela qu'il était inutile de m'y livrer. On a construit pour cet effet une machine extrêmement ingénieuse ; nous la devons à des physiciens d'Allemagne. Celle que j'ai vue a été exécutée par M. John Culthberson, habile dans la construction des instruments de physique, et très-connu par la grande machine électrique de Harlem. Elle est essentiellement composée d'un levier métallique, susceptible, au moyen de rouages, de s'élever ou de s'abaisser à chaque minute, à chaque seconde, et même à volonté, suivant la manière dont la machine est mise en jeu. Le but de cette élévation et de cet abaissement alternatifs, est d'établir communication entre

la pile, et la partie malade qui fait le sujet de l'expérience. La personne est galvanisée toutes les fois que cette communication se trouve établie.

Depuis que j'ai vu, et examiné cette machine à Londres, je me suis occupé, tout ingénieuse qu'elle est, de la modifier et de la simplifier. J'y trouvais des changements nécessaires : je les fis; et c'est d'après ces modifications que se trouve construite la machine que j'ai fait exécuter pour mon usage. Le levier qui établit la communication (pl. 6, fig. 2.) est fixé par son extrémité qui répond et touche au pôle négatif de la pile. Son extrémité opposée est terminée par un petit marteau destiné à frapper un timbre placé auprès du malade, avec lequel il communique, et qui lui-même est en rapport avec le pôle positif. D'après cette disposition, on voit que, toutes les fois que le marteau frappe le timbre, le malade doit éprouver l'action de la pile. Lorsque je fais usage de mon procédé pour une maladie de l'organe de l'ouïe, je fais tenir au malade un arc métallique isolé qui établit communication entre l'oreille affectée et le pôle positif. Je lui fais ensuite plonger l'autre main dans un vase plein d'eau salée. Toutes les fois que le marteau vient à frapper le timbre, les deux pôles se communiquent, et l'action du galvanisme passe alors directement sur l'organe malade. Je pense que l'appareil que je viens de décrire, et que je regarde comme d'une grande simplicité, conviendrait très-bien dans l'administration du galvanisme pour les cas médicaux.

Avant de terminer cet article, je dois dire un mot de

l'application du galvanisme dans les maladies de dents: ce que j'en rapporterai est le résultat des expériences qu'a bien voulu me communiquer M. Fowler, dentiste renommé de Londres, à qui elles appartiennent. Lorsque, dans de vives douleurs de dents, qu'il soupçonne produites et entretenues par la carie d'une d'entre elles, s'il n'aperçoit point à l'œil la dent malade, il isole le sujet, et lui donne à tenir la chaîne électrique. Prenant alors un fil d'archal, il le promène sur toutes les dents successivement. A l'instant où il touche celle qui est cariée, le malade éprouve une vive douleur. Jamais, m'a-t-il dit, l'extraction consécutive n'a démenti cette expérience; la dent s'est toujours trouvée cariée. Je regarde ceci comme d'une assez grande importance. Cette manière de connaître si une dent est cariée ou non, lorsqu'on ne voit point la maladie, et qu'on est obligé de s'en rapporter au malade, ne peut qu'être infiniment avantageuse; car rien n'est plus commun que de voir des dentistes arracher des dents saines qu'ils croyaient malades. On pourra facilement utiliser cette méthode, en appliquant le galvanisme dans les mêmes circonstances.

## SECTION TROISIÈME.

*Application du galvanisme aux noyés, et aux différentes espèces d'asphyxies.*

J'ai parlé, dans la seconde partie de cet ouvrage, de la grande influence du galvanisme dans l'asphyxie, et j'ai

donné à ce nouveau moyen une préférence décidée sur tous les autres stimulants connus. Je pourrais m'en tenir aux observations que j'ai rapportées ailleurs à l'appui de cette assertion, pour faire voir combien mon opinion est fondée en raison ; cependant, relativement à ce sujet, je crois devoir encore placer ici quelques expériences qui donneront plus de poids à celles que j'ai exposées ailleurs.

### CVIII. EXP.

J'ai fait tenir sous l'eau, des chiens, des chats, et d'autres animaux de cette espèce, jusqu'à extinction apparente de la respiration et de tout mouvement musculaire. Après les avoir tirés de l'eau, et galvanisés sur-le-champ de la manière que j'ai indiquée plus haut, j'ai souvent eu la satisfaction de les rappeler à la vie. Je n'ai même jamais manqué de réussir, que dans le cas où, par une submersion trop prolongée, l'animal avait entièrement cessé de vivre : mais quels moyens humains ont alors plus d'efficacité que le galvanisme?

J'ai varié cette expérience en l'essayant sur des animaux que j'avais fait asphyxier de toutes sortes de manières, et par différents moyens ; et j'ai obtenu de pareils résultats.

Plus on réfléchit sur l'état où se trouvent les grandes opérations de la vie chez les asphyxiés, plus on sent combien le *stimulus* galvanique leur convient pour les ranimer. Le système musculaire est chez eux dans le plus grand état de relâchement ; leurs membres sont flexibles, et cette flexibilité se conserve, même après la mort, pendant un

assez long temps : phénomène bien remarquable, et qu'on ne manque jamais de citer, pour prouver l'incertitude de la roideur des membres, donnée comme signe de mort. L'inaction du systême vasculaire, favorisée et entretenue par ce relâchement des puissances musculaires, n'est pas moins frappante ni moins digne d'attention. Les vaisseaux sanguins du cerveau, ceux du poumon sur-tout, sont gorgés de sang. Les oreillettes et les ventricules du cœur en sont surchargés, la réplétion des veines caves est extrême, tout le systême veineux semble menacer de rupture. *

Entr'autres expériences bien importantes, et que les physiologistes ne manqueront probablement pas de répéter, il faudrait appliquer un arc conducteur dans le larynx d'un animal asphyxié soit par le gaz acide carbonique, soit par quelque autre gaz délétère. J'en conçois d'autant mieux la possibilité, que l'épiglotte relevée, et que la glotte ouverte et libre, concourent à faire espérer des résultats satisfaisants.

## CIX. EXP.

En appliquant le galvanisme au tronc d'un chien, à l'hôpital de la Charité à Paris, j'ai remarqué avec quelques

* On peut se procurer de grandes lumières sur ce point, dans l'ouvrage du célèbre professeur Portal, intitulé : *Instruction sur le traitement des asphyxiés*, etc. Paris, an IV ; et dans celui de Colemon, ayant pour titre : *A dissertation on natural and suspended respiration, by Edward Colemon.* London, 1802.

personnes, témoins de l'expérience, qu'à chaque application de l'arc, il s'échappait de la trachée-artère une certaine quantité d'air. Cette observation me parut mériter un examen particulier; mais je crus que pour la démontrer, et pour la rendre plus sensible, il était nécessaire de répéter l'expérience dans l'état le plus propre à en constater la vérité, c'est-à-dire immédiatement après la mort de l'animal; j'immolai donc une nouvelle victime à une plus ample information. Je plaçai la flamme d'une bougie vis-à-vis la trachée-artère de ce second chien décapité, et je galvanisai l'animal. Deux fois la bougie fut éteinte; ce que j'aurais certainement pu faire un plus grand nombre de fois, comme je m'en suis convaincu dans la suite. Je l'ai en effet répété depuis à Londres, tant dans l'amphithéâtre du célèbre Hunter, possédé à présent par M. Willson, que dans le grand amphithéâtre de l'hôpital Saint-Thomas, et j'ai reconnu qu'il était possible d'éteindre la bougie un assez grand nombre de fois avec le même sujet.

Toutes les expériences que je viens de rapporter me paraissent très-concluantes en faveur de l'administration du galvanisme dans l'asphyxie. Je n'en ai point encore fait l'essai sur des hommes noyés. Mes occupations ne m'ont pas permis ces recherches; mais, si je ne puis produire aucune observation de ce genre, je suis au moins en droit de raisonner, et même de conclure par analogie. Cependant les faits ne peuvent pas nous manquer long-temps. Nous aurons probablement sous peu des résultats avantageux

à cet égard. Plusieurs des savants français, anglais, et autres, que j'ai eu l'avantage de connaître dans mes différents voyages, m'ont promis, d'après l'invitation que je leur ai faite, de suivre cette partie de l'application du galvanisme, qui peut réellement devenir un jour très-utile, et rendre de grands services à la société. Je ne doute pas que des succès dignes du motif qui anime leurs recherches, ne secondent leurs efforts, et ne couronnent leurs travaux : c'est au moins un des vœux que je forme pour le bonheur de l'humanité souffrante.

La méthode que je me proposais d'employer, si par hasard le cas se fût présenté, est on ne peut plus simple : il ne s'agit ni de dissection, ni de tourmenter le malade, ni de lui faire courir aucun risque *; et dans tous les cas on respecte la possibilité de la vie conservée. Il suffit d'appliquer le courant du galvanisme à une des oreilles, et au niveau de l'eau salée, dans laquelle est trempée une des mains du sujet.

L'intérêt que prit aux expériences galvaniques, que je fis à Londres, le docteur Letsom, un des membres les plus distingués et les plus zélés de *Human Society*, m'engagea à lui faire part de mes idées sur l'application que je

* M. Rossi, dans plusieurs expériences galvaniques qu'il a faites sur des lapins suffoqués dans l'eau, croit qu'il est indispensablement nécessaire d'ouvrir une voie artificielle dans la trachée, pour y faire passer l'air, parce que la glotte demeure fermée dans les asphyxiés de cette espèce ; je pense que l'on pourrait bien éviter cette blessure, si l'on prend la précaution de relever l'épiglotte avec un instrument, avant d'appliquer le galvanisme.

desirais faire du galvanisme aux noyés. La promptitude avec laquelle il faut, dans ces sortes de cas, administrer les secours nécessaires, nous a fait sentir tous les avantages de la méthode que j'ai indiquée, et nous a fait songer aux moyens d'avoir constamment le galvanisme, comme on dit, sous la main. Après nous être convaincus que l'appareil de la cuve galvanique était préférable, à cet égard, à celui de la pile, nous nous sommes arrêtés à l'idée d'une boîte portative, dans laquelle seraient renfermées deux cuves galvaniques, deux arcs, et de la dissolution de muriate de soude. * Tel est l'appareil commode, avec lequel on pourra en effet donner aux asphyxiés et aux noyés les plus prompts secours.

## SECTION QUATRIÈME.

### *Application du galvanisme dans la folie, et autres maladies de genre différent.*

S'il est un spectacle propre à porter l'âme à la compassion, c'est assurément celui que nous présente, dans les hospices d'insensés, cette foule de malheureux inutiles au bien général, souvent nuisibles à eux-mêmes, et presque

* J'ai dirigé moi-même, de la part du docteur Letsom, pour l'usage de *Human Society* de Londres, l'exécution de cet appareil chez M. Culthbertson. En passant à Calais, j'ai trouvé assez commode de plonger des cuves galvaniques dans l'eau de la mer, et de les voir fonctionner à l'instant, sans qu'il fût nécessaire d'ôter avant l'humidité extérieure de l'appareil. Je me propose de donner bientôt plus de perfection à ce moyen.

toujours dangereux à l'état social, dans lequel ils ne peuvent remplir aucune fonction. Le desir de lui rendre ces nombreuses victimes du malheur, m'a suggéré l'idée, qui s'est souvent renouvelée depuis, d'appliquer le galvanisme, non-seulement dans la folie, mais encore dans quelques autres espèces de maladies. Plusieurs circonstances, jusqu'à la fin de l'année dernière, m'ont successivement empêché d'essayer ce nouveau moyen thérapeutique : néanmoins l'expérience et l'observation se réunissaient pour m'en faire concevoir les espérances les plus flatteuses.

Je m'étais assuré sur moi-même, par l'application de l'arc sur toutes les parties de la face et de la tête, et par une foule d'expériences galvaniques, variées de toutes les manières, de l'influence énergique de ce *stimulus* sur l'organe encéphalique. En conséquence, j'ai appliqué un des conducteurs à une de mes oreilles, et l'autre, tantôt au nez, tantôt au front, de sorte que la tête fît partie de la chaîne qui conduisait l'influence galvanique, de la base au sommet de la pile. D'abord le fluide s'empara d'une grande partie du cerveau, qui éprouva une forte secousse, et comme une espèce d'ébranlement contre les parois de la boîte osseuse. Les effets augmentèrent encore, lorsque je conduisis les arcs d'une oreille à l'autre.

J'ai ressenti une forte action à la tête, et une insomnie prolongée pendant plusieurs jours : phénomène qu'éprouvèrent également ceux qui se prêtèrent à ces essais. J'ai quitté ce genre d'expériences bien désagréable, qui d'ail-

leurs était nécessaire pour évaluer la force du galvanisme dans les applications médicales. L'on voit par-là que ce nouveau *stimulus* exerçant une très-forte action sur le cerveau, pourra y produire des changements salutaires.

Les fonctions du cerveau, comme on le sait, sont liées aux opérations de l'entendement. Du bon état des unes, dépend l'énergie des autres. Une chute, un coup violent porté sur la tête, ont souvent produit des altérations très-sensibles dans les facultés intellectuelles ; les uns ont perdu la mémoire, d'autres sont devenus presque stupides. Il est même des faits bien constatés, qui prouvent que de pareils accidents ont amené, chez certains individus, les changements contraires les plus heureux et les plus inespérés : ils ont été suivis chez les uns, d'une aptitude aux études, qui ne se faisait point remarquer avant ; chez d'autres, se sont développés de grands talents, dont on n'avait jamais aperçu le germe. On a vu ces mêmes accidents, chez des maniaques et des personnes en démence, être suivis du retour de la raison. Ces observations, ces réflexions, et les expériences que j'avais faites ensuite, me firent donc espérer du succès de l'administration du galvanisme dans l'aliénation mentale.

Je témoignai le desir que j'avais d'en faire l'essai aux médecins de l'hôpital des insensés. Je galvanisai de diverses manières, et sous les yeux d'habiles professeurs, plusieurs insensés de leur maison. Deux, sur-tout, parmi les mélancoliques, ont été parfaitement guéris.

Pour faire connaître le mode d'application dont je me

suis servi, et auquel je me suis arrêté, je vais rapporter l'observation du traitement que subit un de ces insensés, à qui j'ai procuré une guérison parfaite.

Louis Lanzarini, agriculteur de profession, âgé de 27 ans, d'un tempérament lymphatique, ayant l'air rêveur et taciturne, fut conduit à l'hôpital de S.te-Ursule où il fut reçu le 17 mai 1801. Il s'y plaignit des traitements qu'il recevait, et devint indifférent pour tout ce qui intéresse les autres hommes. Il recherchait la solitude, paraissait s'isoler au milieu de tout ce qui l'environnait. Son air sombre, rêveur, sa taciturnité augmentèrent à un tel point, qu'il présentait l'image de la plus parfaite stupidité. Ce fut dans cet état qu'en présence des professeurs Gentili et Palazzi, et de plusieurs étudiants en médecine qui suivaient l'hôpital, je le soumis à l'action de la pile galvanique. Elle était, cette fois, composée de quatre-vingts plaques d'argent et de zinc. Le malade paraissant extrêmement triste et comme absorbé, regardait l'appareil avec des yeux fixes et immobiles. Ses réponses aux questions qu'on lui faisait, étaient courtes, monosyllabiques, quelquefois embarrassées, d'autrefois sans aucun rapport à la question. On lui humecta les mains avec de l'eau salée, et l'on fit l'arc avec la pile à différentes hauteurs insensiblement, pour le familiariser avec le galvanisme, et l'amener à recevoir l'action de tout l'appareil. Nous n'obtînmes presque rien de cette application par les mains. Voici alors le procédé auquel je revins : je plaçai les mains du malade à la base de la pile, et je complétai l'arc total, où, si l'on veut,

j'établis communication entre les pôles positif et négatif, au moyen d'un autre arc qui s'étendait du sommet de la pile à une partie quelconque du visage. Il est bon de remarquer que les parties où l'on dirigea l'action du galvanisme, étaient dans cette expérience, ainsi que dans toute autre, humectées auparavant par une dissolution de muriate d'amoniaque ou de muriate de soude. Le résultat fut un changement subit et très-sensible dans les traits du sujet, qui parut étonné et comme arraché à l'objet de ses rêveries. L'expérience fut répétée de cette manière plusieurs fois de suite, et toujours avec le même succès. Elle n'eut aucun effet nuisible ; le malade, qu'on interrogea le lendemain, ne se plaignit point. Son état n'était point empiré; il ne lui était rien arrivé d'extraordinaire, à ce qu'il dit, quand on l'interrogea ; ce que confirmèrent les infirmiers qu'on avait chargés de le surveiller. Le surlendemain et les jours suivants, on le galvanisa de nouveau, mais plus fortement, et toujours avec un succès qui, chaque fois, devenait de plus en plus marqué : sa physionomie s'animait à la vue de l'appareil, et pendant son action. Ce n'était point cet homme sombre et abattu ; une gaieté douce se répandait sur tout son visage. Il laissait quelquefois échapper un léger sourire, témoignage de son contentement, et qui n'avait absolument rien de niais, ni de stupide. L'expression de ses yeux changeait totalement ; loin d'avoir le moindre éloignement pour les expériences auxquelles on le soumettait, il s'y prêtait à la première invitation, par la persuasion où il était sans doute, de

l'amélioration qu'apportait à son état l'influence galvanique.

Enfin on l'entendit faire quelques questions, tantôt sur la machine, et d'autrefois sur l'éclair qui s'excitait dans ses yeux à chaque application de l'arc : je crus pouvoir alors me livrer à l'espoir d'un succès prochain et complet. Je cherchai même encore à le hâter. Je me rappelais des expériences que j'avais faites sur moi-même et dont j'ai déja parlé : je me souvenais de l'action vive du galvanisme sur le cerveau, quand on en établit le courant par les oreilles. J'en fis donc, avec soin, l'essai sur le malade que je traitais, sans renoncer cependant à l'autre mode d'application : je les employais tous deux alternativement. Je me servis d'abord d'une pile de quinze plaques de cuivre et de zinc ; peu-à-peu, et par l'addition de nouveaux disques, j'augmentai l'intensité de son action, je la rendis même assez forte. La cure marchait rapidement ; mais les impressions étant trop vives, et les commotions trop violentes et trop douloureuses, nous cessâmes l'application sur les oreilles, qui en effet était accompagnée, comme plusieurs personnes et moi l'avons éprouvé, d'une commotion extrêmement fortes et suivie d'une insomnie durant plusieurs jours.

Nous imaginâmes dès-lors de raser la tête sur la suture pariétale, et d'y diriger le courant galvanique. Le lieu fut ensuite mouillé et recouvert d'une pièce d'argent ; le malade plaça ses mains à la base de la pile, et on établit un arc de communication de cette pile à l'armature métallique posée sur la tête ( pl. 5 fig. 4. ) : la commotion fut

bien moins vive et devint très-supportable; aussi ce moyen, que nous continuâmes d'employer depuis ce moment, produisit-il les améliorations les plus sensibles dans l'état du sujet. Je n'ai pas besoin de remarquer que j'alternais avec l'application aux différentes parties de la face; mais ce que je ne dois pas sur-tout oublier de dire, c'est que les expériences amenaient toujours dans l'expression de la physionomie ces changements frappants que j'ai décrits plus haut.

MM. Brugnatelli et Zola, ainsi que plusieurs autres savants étrangers, ont été témoins de mes observations. Enfin la mélancolie disparut; le malade ne rebuta plus les aliments qu'on lui présentait : il en sentit le besoin, et reprit bientôt toutes ses forces. Les médecins de l'hôpital ne doutant point de sa parfaite guérison, lui permirent d'en sortir; ils jugèrent cependant convenable de lui faire faire auparavant une saignée au bras; mais, à l'exception de cette saignée, il ne fut administré aucun autre remède. Sans cette précaution que je pris, l'on aurait peut-être attribué à d'autres médicaments les heureux effets obtenus par l'administration du galvanisme.

Quoique convenablement rétabli, Lanzarini était encore incapable d'exercer sa profession : je desirais d'ailleurs suivre et étudier la marche de la guérison; je le pris donc chez moi. Il n'y resta que peu de jours, mais il ne donna aucun signe de dérangement dans ses idées; il fit toujours avec exactitude et précision ce dont il fut chargé. Je le questionnai souvent pour connaître les causes de sa

mélancolie, ou au moins être au fait de ce qui l'avait précédée. Dans tout ce qu'il me dit je ne trouvai de remarquable que ceci, savoir : que son père était mort de la même maladie que celle qu'il avait eue, et dans le même hôpital que celui d'où il sortait. Comme il m'était facile de vérifier ce fait, je le fis : je trouvai que son assertion était réelle.

Suivant le précepte reçu, d'éloigner pendant long-temps les insensés mieux portants des lieux et des objets qui peuvent reproduire en eux quelques impressions fâcheuses, je conseillai à Lanzarini de passer, sinon sa vie, au moins un assez long espace de temps hors de son pays natal. Je ne pus l'y décider ; une espèce de nostalgie le ramena à ses foyers et à son ancien maître. Deux personnes de sa paroisse, à qui je l'adressai, se chargèrent avec plaisir de le surveiller, et de m'instruire des moindres dérangements qu'elles apercevraient. Je n'ai rien appris d'elles qui ne fût satisfaisant. Depuis son retour, ses forces physiques se sont totalement réparées, et son moral en aucune circonstance n'a paru affecté.

Le même traitement nous a encore réussi sur Charles Bellini, laboureur : mêmes effets dans l'application du galvanisme à la face ; mêmes impressions sur le cerveau, dans l'application sur les oreilles et sur la suture sagittale. La guérison fut plus prompte, mais le sujet était moins malade que Lanzarini. Peut-on, d'après ces deux faits, présenter le galvanisme comme remède infaillible dans toutes les espèces d'aberration de jugement ? Certes, une assertion

aussi positive annoncerait de la présomption : cependant le moyen que je propose n'est point à négliger. Il faut, par des expériences multipliées, par des essais nombreux tâcher de connaître les circonstances où il peut être appliqué avec succès. Vu la nature des causes qui produisent l'aliénation mentale, il y aura des cas où les effets du galvanisme seront nuls; il y en aura d'autres où ils ne pourront qu'aggraver la maladie : tels sont ceux où les aliénés éprouvent des accès de fureur. Le galvanisme ne peut pas plus que les autres moyens médicaux sur la constitution et les vices organiques; mais on conçoit qu'il peut produire de très-bons effets dans les dérangements par l'action de causes étrangères et accidentelles, qui, sans vicier manifestement l'organisation, portent cependant d'une manière qui nous est tout-à-fait inconnue, le trouble, et un désordre plus ou moins marqué dans les fonctions du cerveau.

C'est au temps seul, aidé des expériences, à nous apprendre quand nous devrons agir, et quand il faudra nous en dispenser. La méthode d'ailleurs est encore fort éloignée de toute la simplicité dont elle a besoin pour être employée dans tous les hôpitaux. Les médecins qui ont la surveillance de ces établissements sont, en général, trop occupés, et ne peuvent pas aisément se livrer à des essais, et surtout à des tâtonnements, qui devraient durer plusieurs mois. Enfin la nouveauté d'un moyen est pour beaucoup de personnes un motif de proscription. C'est donc aux chefs des petits établissements, et à tous ceux qui s'intéressent aux progrès des sciences, lorsqu'elles ont un but

réellement philanthropique, que je m'adresse pour leur recommander le perfectionnement de cette méthode. Le galvanisme alors, par la facilité de son administration, deviendra encore un moyen propre à être employé avec avantage dans les grands hospices.

On doit cependant s'attendre à des obstacles nombreux: tantôt ce sera le remède, et tantôt le malade, qui les présenteront. J'ai vu des maniaques, épouvantés par l'éclair qu'excitait dans leurs yeux la communication des deux pôles, refuser opiniâtrément de se soumettre de nouveau à l'action de la pile. C'est alors au médecin à voir la conduite qu'il doit tenir; il doit étudier son malade. Tantôt il sera nécessaire de cacher l'appareil, d'autrefois au contraire il sera avantageux de le faire voir, et de le présenter comme un objet d'amusement et de curiosité. J'ai vu des malades montrer de l'indifférence, et quelquefois de l'aversion pour le galvanisme, ou parce qu'ils étaient épouvantés de la nouveauté du moyen, ou parce que des indiscrets leur en avaient exagéré la force. Il faut alors les attaquer dans leur opinion, essayer de les persuader du contraire, et les encourager. Dans certaines circonstances on ne peut pas appliquer le galvanisme avec la méthode ordinaire. Je me suis trouvé dans ce cas à l'hôpital de la Salpêtrière où j'ai commencé quelques essais en présence du célèbre professeur Pinel. Un aliéné dont les bras étaient liés m'a empêché de communiquer l'influence galvanique d'une main à la base de la pile d'une part, et de l'autre par l'arc établi entre le sommet de la

pile et l'armature métallique posée sur la tête du sujet. Je me suis servi dans ce cas de l'application du galvanisme d'une des oreilles aux lèvres. (Pl. 5, fig. 5.)

Si l'on ne croit pas convenable d'appliquer le galvanisme dans l'intérieur du conduit auditif, on pourra avec succès en diriger le courant à l'aide des conducteurs touchant aux boucles des oreilles (pl. 5, fig. 3.) Cette méthode deviendra toujours très-utile lorsqu'il s'agira de faire ressentir l'influence galvanique à des personnes qui craignent vivement son action; car alors l'on pourra soustraire l'appareil aux yeux du malade, et le galvaniser au moyen de la communication des conducteurs, placés même à une grande distance.

Avant mon départ d'Italie, j'ai détaillé à Bologne, dans une séance publique de l'Académie de l'Institut des sciences, les procédés que j'ai déja exposés, et j'ai même engagé mes collègues à me communiquer leurs idées sur ce point. Je sais bien que deux cures ne suffisent pas pour faire admettre ce remède comme général dans tous les cas de folie : cependant elles doivent encourager les médecins à concourir par leurs travaux à la vérification d'une méthode qui pourra peut-être remplir la lacune qui se trouve dans cette partie de la médecine. Je suis toujours persuadé que ce genre d'expériences exige beaucoup de prudence et beaucoup de précautions : je serai bientôt à même de les annoncer, d'après le rapport que j'attends des différents savants, qui veulent bien s'occuper de cet objet.

Je terminerai cette section par rapporter les effets du

galvanisme appliqué à la hernie scrotale, à l'aménorrhée, à la paralysie et à d'autres maladies.

Un malade de l'hôpital militaire de Berlin portait depuis nombre d'années une hernie scrotale très-considérable, qui s'étrangla par accident : la tumeur abcéda et fut suivie d'une suppuration abondante, et de la sortie d'une partie des intestins. Quand le malade était assis, l'iléon sortait avec le colon, et ses intestins pendaient jusqu'au genou ; de chaque côté était une ouverture qui donnait issue, l'une aux lavements qu'on faisait prendre au malade, l'autre aux excréments et à des aliments mal digérés.

Le docteur Grapengiesser, aussitôt qu'il eut examiné ce malade, résolut d'essayer sur lui le galvanisme ; il se prêta volontiers à ses expériences. Ce médecin arma en conséquence une portion des intestins avec de l'argent, et l'autre portion avec du zinc. A peine le contact fut-il établi entre les deux armatures, que le mouvement péristaltique se trouva considérablement augmenté, et que les ondulations se succédèrent rapidement. Le malade éprouva une cuisson d'une espèce particulière dans les endroits touchés par les métaux. Le galvanisme parut augmenter l'action des glandes muqueuses, et celle des vaisseaux exhalants, et rendre leurs sécrétions plus abondantes ; de grosses gouttes de suc intestinal coulèrent en peu de minutes sur les métaux.

Alors Grapengiesser se rappelant les expériences relatives aux effets des alcalis sur les nerfs, humecta légèrement

la surface des intestins grêles avec du carbonate de potasse: le mouvement vermiculaire des intestins devint au moins six fois plus fort qu'il n'était auparavant, quoiqu'il n'y eût qu'une armature : le malade sentit au même temps la cuisson augmenter.

Cette expérience est instructive à bien des égards. On voit par elle que les intestins augmentent leur mouvement vermiculaire et la sécrétion de leurs humeurs par l'influence galvanique, et que par conséquent on peut employer ce moyen dans plusieurs maladies où l'augmentation de sucs intestinaux, et des contractions deviennent nécessaires. Tel serait, par exemple, le cas où une hernie inguinale ne pourrait être réduite par les moyens ordinaires : on devrait tenter, à mon avis, de déterminer par le galvanisme des contractions de l'intestin, qui le forceraient à rentrer dans l'abdomen.

Je crois même que si M. Grapengiesser eût employé l'action galvanique dans une hernie moins invétérée et moins compliquée, et s'il eût fait usage de la pile, il aurait peut-être obtenu des résultats encore plus satisfaisants.

La difficulté qui subsiste ordinairement pour rétablir les règles, lorsqu'une cause quelconque les a supprimées, ou pour les provoquer à l'époque de la puberté, doit fixer notre attention. Un grand nombre de médecins et de physiologistes s'en sont occupés. Les expériences électriques, faites dans cette intention par Bertholon, Van-Swieten, De-Haën, Sarthingon, Sigaud de la Fond, et beaucoup d'autres, sont très-connues : mais quelque belles, quelque

multipliées, quelque variées qu'elles soient, comme on ne connaissait alors que l'électricité ordinaire, elles ne peuvent nous instruire que du mode d'action de cet agent. La découverte du galvanisme nous a présenté de nouvelles recherches : il fallut en effet reconnaître quels pouvaient être dans l'aménorrhée les effets de ce nouveau *stimulus* si analogue à l'électricité.

Le docteur Benoît Mojon paraît être le premier qui ait entrepris de nous éclairer là-dessus. Il fit sa première expérience le 16 juillet 1802, à Gènes, sur une fille de dix-huit ans, qui, n'étant pas encore réglée, éprouvait toutes les incommodités de la rétention du flux menstruel, et sur laquelle il n'avait rien pu produire par l'administration des emménagogues et des autres moyens usités en pareilles circonstances. Il se servit d'une pile de quatre-vingts disques, et il appliqua de différentes manières les conducteurs à la région de l'*uterus*, dans l'intention de soumettre par degrés cet organe à l'action du galvanisme. Dans la disposition des conducteurs, il a eu soin que le courant galvanique ne traversât point ou n'intéressât que fort peu la vessie urinaire; ce qui n'est point indifférent à observer, puisqu'on peut craindre que le galvanisme ne produise la précipitation de quelques-uns des sels de l'urine. Aussi, malgré la précaution de diriger les conducteurs comme nous venons de le dire, M. Mojon avait-il celle de vider auparavant la vessie.

La malade fut galvanisée pendant six jours; le septième, l'écoulement des menstrues se décida, et fut bientôt suivi

du parfait rétablissement de la santé. Un succès aussi marqué et aussi complet ne pouvait qu'engager le docteur Mojon à de nouveaux essais ; il répéta donc ses expériences, et galvanisa dans plusieurs cas analogues, et même dans des suppressions. Les résultats furent toujours heureux ; les règles s'annoncèrent, ou reparurent, et les malades recouvrèrent promptement la santé.

Plusieurs physiciens ont étendu l'action du galvanisme à d'autres maladies; Ritter et Bischoff en ont fait l'application dans les paralysies ; Humboldt et Anschel viennent de l'employer dans des affections rhumatismales, ainsi que dans les cas où l'on se propose d'établir au-dehors un écoulement des humeurs. Le professeur Rossi en forme une nouvelle application à l'hydrophobie. Grapengiesser a imaginé que le galvanisme pourrait être employé comme résolutif dans certains sciatiques chroniques, dans des tumeurs indolentes, dans le goître, dans le méliceris et l'athérôme commençants.

Tel est le tableau des maladies que l'on espère guérir à l'aide du galvanisme. Je fais des vœux bien sincères pour qu'un jour nos expériences se trouvent réalisées, et parfaitement accomplies pour le soulagement de l'humanité souffrante*.

* Le docteur Cevade, l'un des premiers qui ont exécuté en Suisse des applications médicales du galvanisme, a bien voulu m'en faire part avant son départ de Paris. Il a obtenu des avantages dans les affections de l'ouie et de la vue ; mais il annonce ingénuement n'avoir pas eu les mêmes effets dans d'autres maladies. Il a administré le galvanisme à une demoiselle dont les muscles du cou ne pou-

## SECTION QUATRIÈME.

### *Précautions nécessaires pour l'application du galvanisme dans la mort apparente et dans les suppliciés.*

Les principes proposés par Galvani, examinés, et approfondis dans toute leur étendue, ont conduit quelques

vaient plus porter la tête, qui tombait sur les épaules, et était continuellement soutenue de ses mains. L'influence galvanique fut communiquée à l'aide de deux plaques appliquées aux deux côtés du cou, dont l'une répondait à la base, l'autre au sommet de la pile. L'action du galvanisme fut très-sensible, puisque les plaques imprimaient sur la peau des marques très-visibles, semblables à celles qui auraient été produites par un cautère potentiel, ou par une brûlure. Elle reçut des avantages de cette administration, mais ils ne furent pas trop durables; ce qui l'engagea à quitter le galvanisme au bout de quelques séances, pour aller aux eaux thermales d'Aix.

M. Bischoff, professeur à Jena, a fait, dans plusieurs cas de paralysie, l'application du galvanisme, associé quelquefois à l'électricité ordinaire : il en a obtenu des avantages réels, comme l'on peut voir en détail dans ses ouvrages.

Le docteur Mongiardini a cultivé avec beaucoup de zèle cette partie de l'administration médicale : ses résultats ont d'autant plus de droit à la confiance publique, qu'ils ont été présentés avec tous les caractères de la vérité; car il annonce avoir administré le galvanisme à trois personnes, deux desquelles avaient les bras paralysés, et la troisième la joue gauche. Les deux premières n'ont obtenu qu'un avantage temporaire; mais la dernière a été parfaitement rétablie.

Le traitement médical d'un hydrophobe, opéré à l'aide du galvanisme par le professeur Rossi, doit être rapporté ici avec tous les détails. Un homme mordu au pouce par un chien enragé éprouvait dans cette partie, depuis un mois environ, des douleurs qui devenaient de plus en plus vives, et s'étaient propagées dans l'avant-bras et le bras, et même jusque dans le dos. Le professeur Rossi,

physiologistes à croire que la vie n'est autre chose qu'un procédé continuel du galvanisme. M. Ritter, dans un

qu'il consulta, appliqua un caustique sur la morsure, et dissipa de cette manière les accidents : mais ce ne fut pas pour long-temps. Peu de jours après les douleurs reparurent plus vives et accompagnées de tous les symptômes de la rage. Horreur de l'eau, frissonnements à la vue d'objets brillants, irritation du gosier, difficulté d'avaler, envie pressante de mordre, crachottement continuel, etc. : ce fut dans cet état qu'on le galvanisa. L'appareil, formé d'une pile de cinquante couples métalliques, fut disposé dans une chambre voisine, pour soustraire le malade aux accès que l'eau et les corps luisants dont se composait cette pile, n'auraient pas manqué de déterminer.

M. Rossi se servit pour conducteur de bandes de papier gris humecté, et fit usage de deux arcs : le premier fut établi de la base de la pile aux pieds du sujet, qu'il fit placer au dessus. Tenant ensuite dans sa main une des extrémités du second arc, qui de l'autre part communiquait avec le sommet de la pile, il attendit que le malade ouvrît la bouche pour mordre, et le toucha dans cette cavité. La secousse fut assez forte, les douleurs parurent vives. De nouvelles applications dans la même circonstance, de la même manière, produisirent la syncope. L'expérience devint alors plus facile à faire, et on la répéta autant de fois qu'on le jugea convenable. Le malade ne fut galvanisé que ce jour-là, et paraît cependant avoir été parfaitement guéri; dès le lendemain même il est allé bien portant chez M. Rossi, qui, loin de s'attendre à un aussi prompt rétablissement, comptait à peine obtenir quelque succès, et se disposait à de nouvelles tentatives.

Si, parmi les guérisons que nous avons décrites, * il y en a quelques-unes qui semblent extraordinaires et étonnantes, elles doivent conséquemment exciter davantage la curiosité et l'attention des médecins, pour les vérifier et les examiner dans de pareilles circonstances.

* Voyez Bischoff, Commentatio de usu Galvanismi in arte medica. Jenæ, 1801.
Mémoires de la Société médicale de Gênes, tom. 2, 1803.
Rapport présenté à la Classe des Sciences exactes de l'Académie de Turin, le 2 nivose an XI, par le professeur Vassalli Eandi.

ouvrage publié dernièrement, vient d'adopter et de renforcer cette opinion à l'aide de beaucoup de preuves et de beaucoup d'observations. Or, si les procédés de la vie sont liés avec ceux du galvanisme, sera-t-il permis d'en faire usage indistinctement dans toutes les circonstances où l'on croit la vitalité éteinte dans le corps humain ? Voici la recherche que je me propose de faire, pour établir les cas où l'administration du galvanisme doit être défendue, et en même temps déterminer ceux où l'on pourra en faire usage, et les précautions qui doivent accompagner son application.

Il ne faut pas voir dans le galvanisme des phénomènes propres à étonner le peuple, ou une foule d'expériences inutiles à la science ; il faut envisager ce puissant agent du côté des avantages qu'il doit rendre à la société lorsqu'il est employé par des mains habiles. On sait que l'empirisme malheureusement s'empare toujours des grandes découvertes, et les dégrade en les faisant servir comme moyen plutôt propre à éblouir la multitude, qu'à favoriser la véritable instruction. Quelle ne fut pas la réputation de ce Mesmer dont le nom s'éleva si rapidement malgré la désapprobation et le mépris des grands savants de la France ! Comme le flambeau de la vérité vint éclairer ses prestiges, aussi son systême spécieux rentra bientôt dans la plus grande obscurité.

L'on peut mettre ici presqu'au même niveau, les tracteurs métalliques de Parkinson, que l'on doit considérer comme dénués de toute action physique, et rapporter

entièrement aux effets de l'imagination. Quelle influence physique peut-on raisonnablement espérer du frottement de deux plaques de métaux différents sur le corps humain, sans aucune humidité intermédiaire, sans aucun isolement, sans aucune des conditions nécessaires dans ce genre d'expériences? Néanmoins j'ai vu cet appareil empirique répandu dans Londres, vendu à un très-haut prix, et même rapporté par quelques-uns à la force du galvanisme, pour augmenter sa réputation, malgré les réclamations de plusieurs médecins qui en ont démontré l'inutilité.

Le docteur Hagarth, entr'autres, a mis au plus grand jour l'empirisme des tracteurs métalliques : il a formé de faux tracteurs avec du bois, du verre, et d'autres substances vernissées avec la couleur des tracteurs de Parkinson. Il a obtenu les mêmes guérisons, les mêmes résultats dans la goutte, dans les rhumatismes, dans la sciatique. Ces observations sont assez concluantes pour soutenir qu'il n'y a pas d'action dans l'appareil de Parkinson, ou, s'il y en a quelqu'une, elle ne doit pas être attribuée aux tracteurs, mais bien à l'imagination vivement excitée par l'appareil imposant de cette application.

Le galvanisme ne doit pas être placé au rang de ces agents chimériques; son action est réelle et bien constatée, ses appareils et leur construction ne sont point cachés, leur force est connue et ressentie de tout le monde. Je persiste toujours à croire qu'il doit cependant être administré avec beaucoup de précautions dans le corps humain, quoique la vie y soit éteinte en apparence. Je ne prétends

pas ici renouveler la question agitée autrefois, savoir, si le galvanisme, ou tout autre stimulant, excite la douleur lorsqu'il est appliqué aux membres d'un supplicié, après la décapitation. Je n'aurais rien à ajouter à ce qu'ont dit d'une part et d'autre Sue et Sommering, pour prouver la présence de la douleur après la mort, et Cabanis, Guillotin et d'autres, pour soutenir le contraire.

Je me bornerai donc, d'après mes expériences faites à Londres le 17 janvier 1803, à considérer l'action du galvanisme sur les suppliciés par strangulation. Ces malheureux conservent, à mon avis, quelquefois leur sensibilité long-temps dans un état où il n'y a plus aucune possibilité de les rappeler à la vie. Toute tentative faite dans cette circonstance deviendra coupable, et devra être regardée comme un attentat aux droits les plus sacrés de l'ordre social. Le physicien ne s'érigerait-il pas en juge nouveau, plus sévère que ceux qui ont prononcé la mort, en ajoutant des souffrances à celles qu'un malheureux vient d'éprouver en expiation de ses crimes? un tel cas n'est pas hypothétique. Supposons qu'il existe une parfaite luxation des vertèbres du cou, mais que le sang soit encore porté par les carotides au cerveau, et reporté au cœur par les jugulaires. Le malheureux qui se trouvera dans cette situation cruelle, s'il était soumis à l'action du galvanisme, il ne serait que tourmenté. Tout effort du galvanisme deviendrait nul : on ne ferait au contraire qu'augmenter par ce moyen, ses souffrances, et prolonger son supplice ; on ne ferait que rendre l'expérimentateur barbare, et le sujet

de ses expériences une victime malheureuse de secours inutiles et inconsidérément administrés.

Je pense, en conséquence, que l'application de ce *stimulus* très-actif doit être bornée aux cas où la suspension animale est affectée à un seul point, qui laisse encore briller l'espoir du rétablissement de la vie. Si le cœur, si la circulation, si les poumons, si le système nerveux sont inactifs, pourvu que l'organisation subsiste encore, et que les fonctions vitales ne soient pas suspendues long-temps, l'on pourra administrer le galvanisme.

Il est à présumer que des jurisconsultes sévères ne permettront point que les suppliciés pendus soient traités par un tel moyen, et ne voudront pas laisser aux efforts et à l'industrie des physiciens la douce satisfaction de les rappeler à la vie. On ne pourra néanmoins s'opposer à ce que les secours du galvanisme soient donnés conjointement avec tout autre, à ces infortunés, qui, livrés au désespoir, ont cherché leur destruction par la strangulation ou par d'autres moyens. De pareils accidents sont malheureusement trop fréquents dans les grandes villes; et le galvanisme mérite d'autant plus la confiance que son application, dans tous ces cas, ne souffre aucun délai.

Les expériences que nous avons exposées dans la seconde partie, nous font croire que les muscles de la tête des décapités cessent bientôt de se prêter à l'action du galvanisme, et que les contractions ne durent que trois quarts d'heure ou une heure tout au plus; tandis que dans le cas d'un pendu, comme j'ai eu occasion de le voir à Londres,

la tête a donné des contractions beaucoup plus fortes pendant l'espace de deux heures, et même davantage. Ces faits semblent démontrer que l'organisation animale, dans ce dernier cas, est conservée plus long-temps ; et cela nous portera d'autant plus à penser que le sujet sur lequel on fait les expériences galvaniques peut en éprouver et en ressentir l'action.

Ces réflexions pourront faire apprécier à la jurisprudence médicale les précautions à prendre pour les tentatives galvaniques à faire dans ces cas, selon les circonstances différentes qui accompagnent l'administation du galvanisme à des suppliciés, ou à des personnes réputées péries de mort naturelle. En tout cas, et en général il sera bon de ne se permettre l'application de cet agent puissant sans avoir pour but le soulagement de l'humanité, ou les véritables progrès de la science. De toutes ces considérations l'on pourra conclure que ce n'est pas mon intention de mettre des entraves à l'application du galvanisme, mais bien plutôt de déterminer les circonstances * convenables où l'on peut l'administrer avec sagesse et avec avantage.

* Pendant que j'imprimais cette section, le professeur Ferry a bien voulu me faire part de recherches analogues qu'il a faites à cet égard. Je lui en témoignerai ma reconnaissance, en imprimant sa lettre à la fin de l'ouvrage, et je me permettrai d'y ajouter quelques réflexions. Quoique je sois persuadé que l'on ne doit pas proscrire, dans tous les cas, l'emploi du galvanisme sur les suppliciés, je crois néanmoins que ses réflexions, concernant cette question, pourront fixer l'attention de la police médicale.

Les cas d'apoplexie ou de mort apparente, comme nous l'avons indiqué autrefois, méritent de fixer spécialement l'attention des physiciens. La police médicale, loin de s'opposer dans ces cas à l'administration du galvanisme, doit puissamment en ordonner l'emploi conjointement avec d'autres secours, que l'on met habituellement en usage.

Une foule de faits nous a plusieurs fois démontré que des personnes ont été précipitées au tombeau avant que la mort les eût irrévocablement frappées. Ne devons-nous pas porter toute notre attention à prévenir des évènements aussi funestes? Dans ces moments de deuil, où le devoir et la tendre pitié nous font une loi d'honorer les restes d'un ami, ne devons-nous pas d'abord employer tout notre intérêt pour voir s'il y a encore quelque espoir de le rappeler à la vie, ou pour nous confirmer qu'elle est finie sans retour? Que sont ces appareils lugubres, cette pompe funèbre, ces émotions apparentes de douleur, si l'on néglige alors les justes précautions que l'on doit à la possibilité d'un reste précieux de vie? On pourrait rapporter ici beaucoup d'observations puisées dans l'histoire des animaux en famille, relativement à la tendresse maternelle dans cette circonstance. Permettrions-nous que les animaux, ces maîtres si éloquents de l'homme en tout ce qui concerne les affections de la nature, exerçassent entre eux plus de soins que nous envers nos semblables!

Je regarde toujours avec horreur et indignation l'empressement avec lequel on proscrit de la société l'homme

qui paraît avoir rendu son dernier soupir, en le dérobant ainsi aux précautions que de sages lois, comme celles d'Athènes et de Rome, avaient prescrites pour empêcher le cas d'un enterrement homicide.

Il serait à desirer que l'on établît par autorité publique, dans toutes les nations, des personnes éclairées et capables de faire les épreuves nécessaires pour constater si la mort est réelle ou non. Leur surveillance, leur conseil, leur main bienfaisante, seront utilisés dans ces cas. Cet établissement d'inspecteurs et de juges de la mort a lieu en Angleterre, à Genève, et dans d'autres pays.

Qu'on ne s'en laisse pas imposer par l'apparence trompeuse d'une mort réelle : il faut employer tous les secours de l'art avec confiance. Combien de fois n'a-t-on pas vu des malheureux tomber en léthargie, auxquels l'administration de certains secours a été de la plus grande efficacité! Les extrémités étaient immobiles, le visage pâle, le corps froid; la poitrine ne s'élevait plus, la respiration était totalement suspendue; une glace approchée de leur bouche ne se ternissait plus; tout enfin annonçait que les forces vitales étaient anéanties; et cependant, malgré ces apparences de mort, on est encore parvenu à les rappeler la vie.

Parmi tous les moyens dont l'on fera usage dans ce cas, on ne doit pas oublier le galvanisme. Je ne prétends pas, avec quelques physiciens, pour cela que les chirurgiens d'armées doivent examiner et parcourir une multitude de soldats blessés à mort, et succombés sur le champ de

bataille, et les traiter, chacun séparément, avec un compas formé d'une lame d'argent et d'une de zinc, ou les soumettre à l'action du courant d'une pile galvanique. Ce n'est pas dans la fureur et la confusion des combats ; ce n'est pas pendant le carnage, où l'on est obligé de se baigner dans le sang humain, qu'il faut espérer des secours philanthropiques, qui exigent d'ailleurs beaucoup de tranquillité et de précision pour être administrés avec succès.

Je suis même loin de penser avec M. Grève *, et d'autres physiciens, que le galvanisme soit assez puissant pour suffire tout seul à faire distinguer une mort apparente d'une mort réelle. Je remarquerai, avec M. Mongiardini **, qu'un homme dont un membre paralysé se refuse aux contractions musculaires, peut très-bien être vivant ; tandis qu'on peut facilement obtenir des contractions musculaires par le galvanisme, ou tout autre stimulant, chez un sujet réellement privé de vie.

Personne n'ignore que la preuve la plus sûre, la plus infaillible que nous puissions avoir pour reconnaître qu'un homme n'est plus vivant, c'est la putréfaction. Je pense néanmoins que les contractions qu'on peut exciter par le galvanisme, pourront aider beaucoup l'examen nécessaire pour distinguer la mort réelle de la mort apparente.

* De metallorum irritamento veram ad mortem explorandam. — *Moguntiæ*, 1794, in-4.°

** Mongiardini : *De l'Application du galvanisme à la médecine*, Mémoire lu à la Société d'Emulation de Gênes. Voyez le volume II des Mémoires de ladite Société.

Les moyens dont on se sert pour constater les cas d'une mort équivoque, ne peuvent jamais être trop nombreux, et l'agent galvanique doit certainement tenir une place éminente entre eux. Son action pourra ranimer la respiration et la circulation presque éteintes, et rallumer, pour ainsi dire, le feu vital.

Ces diverses considérations m'engagent à inviter tous les hommes sensibles de ne pas permettre que, dans des cas douteux de léthargie ou d'asphyxie, on enlève le corps dont on croit avoir reçu le dernier soupir, avant qu'on ait fait les examens convenables. Les sentiments d'humanité qui nous font verser des larmes sur la mort de nos semblables, doivent nous commander puissamment de tenter plutôt l'influence galvanique pour leur être utiles. Tout effort à cet égard aura toujours un but louable : nous aurons toujours à nous féliciter de nos peines, si nous parvenons quelquefois à faire échapper quelques victimes déplorables, qu'un usage barbare précipite encore vivantes dans le séjour des morts.

## SECTION CINQUIÈME.

### *De l'influence du galvanisme sur les fluides animaux.*

Il ne sera question ici, ni des variations de la transpiration cutanée, ni de l'augmentation de la circulation; en un mot, d'aucun des phénomènes communs à l'électricité et au galvanisme. Je me bornerai à parler de ceux qui sont particuliers au dernier de ces deux agents.

Je rappellerai à ce sujet ce que j'ai dit dans la seconde partie de cet ouvrage, qu'il est possible, au moyen du galvanisme, d'opérer l'excrétion de certains fluides, et l'expulsion des matières fécales. J'ai fait la première de ces deux observations sur la tête des criminels décapités dont j'ai déja eu occasion de parler, en rapportant quelques expériences faites sur leur cadavre. Je remarquai en effet, en galvanisant cette tête, que toutes les fois que je venais à toucher soit une oreille, soit les lèvres, il se faisait une abondante excrétion de salive. Ce phénomène attira alors mon attention. Je répétai l'expérience avec précaution : j'appliquai l'arc à plusieurs reprises, et j'eus chaque fois le même résultat. Cette première observation a été depuis constatée à Gènes, et, dans quelques autres endroits, sur des têtes de bœufs et de brebis. La seconde, que j'ai faite sur le tronc d'un bœuf, a de même été confirmée à Gènes par MM. Mojon, sur des cadavres humains.

Différents fluides animaux, que j'ai soumis séparément à l'action du galvanisme, m'ont aussi présenté quelques phénomènes importants. Avant d'entrer dans le détail des altérations qu'ils ont éprouvés; avant de rapporter les tentatives que j'ai faites pour connaître l'influence galvanique sur eux, il ne sera pas inutile de présenter les moyens dont j'ai fait usage dans mes expériences.

*Description de l'appareil dont je me suis servi pour montrer l'action du galvanisme sur les fluides animaux.*

Après avoir mis dans un vase de verre l'humeur animale que je me propose de soumettre à l'action du galvanisme, je recouvre ce vase d'un morceau de bois percé de deux trous à distances égales du centre. J'introduis par l'un des trous un fil de laiton, et par l'autre un fil de cuivre argenté ; ils sont ainsi séparés jusqu'au fond du vase, où ils se replient de manière à ce qu'on puisse approcher à volonté l'une de l'autre ces deux extrémités immergées. Quant aux extrémités opposées qui se trouvent à l'extérieur, j'en fais communiquer une à la base d'une pile galvanique, et l'autre au sommet. (Pl. 7, fig. 5.)

*Effets produits avec l'appareil.*

Le fluide galvanique, forcé par ce moyen de traverser la liqueur mise en expérience, agit sur elle suivant la longueur du fil. Il sépare en couches les divers principes qui la composent ; et cette séparation est d'autant plus marquée, que la pile est plus forte, et les conducteurs plus grands.

CX. EXP.

J'ai mis dans deux verres quatre onces de sang nouvellement tiré de la veine d'une personne saine. J'ai laissé l'un au seul contact de l'air atmosphérique; j'ai soumis l'autre à l'action de la pile, et j'ai observé dans les deux cas

une coagulation de la partie crasse, qui fut promptement séparée de la partie aqueuse. Au bout de 24 heures, le sang exposé à l'action de la pile, se trouva tellement adhérent aux deux fils de métal qui y étaient plongés, qu'on eut de la difficulté à les séparer de la partie crasse, qui nageait sur le fluide aqueux, tandis qu'au contraire, dans l'autre verre, la partie crasse reposait sur le fond.

### CXI. EXP.

Je mis dans deux verres deux portions de bile encore chaude, prises dans la vésicule d'un bœuf. J'en laissai une au seul contact de l'air; je soumis l'autre à l'action de la pile, et j'observai, dans cette dernière seulement, que, dans l'espace de dix heures, la bile était devenue tellement opaque, qu'elle ne donnait plus de passage à la lumière; tandis que l'autre portion de cette même humeur, exposée à l'air, avait conservé sa transparence et sa couleur. J'y remarquai en outre un dégagement d'air considérable, dont je me propose de rechercher le caractère dans une autre occasion.

### CXII. EXP.

Je pris quatre onces d'urine provenant d'un homme sain, et au bout de vingt-quatre heures la plus grande partie des principes qui constituent ce fluide, furent séparés. Ils étaient rassemblés autour des fils métalliques, de manière qu'ils présentaient un cylindre d'un diamètre remarquable, dont l'axe était formé par les fils mêmes. En

augmentant la masse des principes attirés, une portion tombait au fond par sa propre gravitation, les cylindres se détruisaient tout-à-fait, et les corps, qui les formaient, se précipitaient au moindre choc imprimé au vase qui les contenait. J'ai répété dernièrement cette expérience à Londres, à l'amphithéâtre anatomique de M. Wilson, et j'ai observé que le cylindre composé des particules attirées de l'urine avait le diamètre d'un pouce et demi environ.

CXIII. EXP.

Si, au lieu de mettre l'urine dans l'appareil ordinaire, l'on fait usage d'un siphon de verre avec deux fils de platine (pl. 7, fig. 9.), la décomposition se produit plus promptement. J'ai fait cette expérience en présence de MM. Fourcroy et Vauquelin, dans leur laboratoire, et nous observâmes que l'attraction n'avait pas lieu également dans les deux branches du siphon; car l'urine se montrait d'une couleur foncée d'un côté, et de l'autre elle était presque limpide. A cette occasion j'eus lieu de voir que le courant galvanique excite en peu de temps une parfaite coagulation dans de l'albumine d'œuf.

Pour donner plus d'exactitude à ces expériences, je me propose de recueillir les principes aériformes qui se développent lorsque le galvanisme exerce son action sur les fluides animaux : mon but pourra être rempli moyennant deux petites cloches de cristal, dont est garni l'appareil que je propose (pl. 7, fig. 6.)

CXIV. EXP.

La substance qui s'était ramassée autour du fil dans les précédentes expériences, en fut séparée et précipitée par le moyen que nous avons indiqué. Ayant ensuite filtré la liqueur, recueilli et séché le précipité, il se trouva peser environ un quart de grain. La liqueur décantée était verdâtre, son dépôt terreux, traité par l'acide sulfurique, donna du sulfate de chaux.

CXV. EXP.

J'exposai, suivant le même procédé, à l'action de la pile quatre onces d'urine provenant d'un homme ictérique, et j'obtins un sédiment terreux dont le poids surpassait peu celui observé ci-dessus. Le fluide séparé était diaphane, un peu rembruni. En employant les mêmes procédés chimiques on obtint du sulfate de chaux, quoique le sédiment de l'urine fût un peu obscur et qu'il offrît une portion de carbone et de bile qui s'enflammait au feu.

CXVI. EXP.

En répétant les expériences précédentes sur diverses espèces d'urine, on a observé en général que le galvanisme, par une attraction qui lui est particulière, sépare de l'urine les sulfates, les muriates et les phosphates terreux, unis à quelques portions de bile et de carbone, lesquels se précipitent en grande partie au fond du vase qui

contient l'urine, l'autre partie restant adhérente au fil métallique qui y est plongé. Ils présentent une figure saline, régulière et de forme bizarre, qui pourra mériter les recherches des chimistes. L'examen des urines, provenant d'individus affectés de diverses maladies, mérite aussi de fixer l'attention des médecins.

L'on pourra donner encore plus d'exactitude aux expériences précédentes, en examinant la différente attraction des principes combinés avec les liqueurs animales selon leur différente température. M. Vassalli a fait cet examen sur plusieurs fluides, et il m'a appris par ses lettres *que la déférence du galvanisme augmente beaucoup dans les mauvais conducteurs, en raison de l'élévation de leur température, et qu'elle diminue plutôt que d'augmenter dans les bons conducteurs; et la somme des déférences des liquides à la température de l'air* ( 15° *du therm. centigrade* ) *est à la somme des déférences des mêmes liquides élevés au degré de leur ébullition, comme* 65 : 75. Ce savant m'observe encore que le galvanisme acquiert des modifications selon la diverse nature des substances par lesquelles il passe. En genéral, il est constaté que cet agent exerce une très-différente action, selon la diversité des fluides soumis aux expériences: ainsi il m'est arrivé d'avoir de très-petites modifications, en faisant traverser pendant long-temps un fort courant galvanique par un vase rempli d'eau de la mer. Il m'aurait été commode d'expliquer cette inaction par l'adhésion intime, et par l'affinité des sels avec l'eau, qui ne pouvaient pas être séparés par l'influence galvanique;

mais j'ai cru plutôt que la déférence éminente de cet élément avait part dans ce phénomène.

D'après ce que je viens d'exposer, je remarquerai que le galvanisme nous présente dans l'économie animale des résultats que l'on n'avait pas encore obtenus par l'électricité ordinaire; et par conséquent ils nous paraissent très-propres à faire ressortir encore la différence de ces deux agents. Il ne me paraît pas aussi naturel de croire que le galvanisme puisse opérer dans l'économie vivante, en circulant avec nos fluides, en se répandant dans tous nos organes, des altérations, des changements, sinon tout-à-fait semblables, du moins très-rapprochés de ceux qu'il produit sur ces mêmes fluides, et sur ces mêmes organes soustraits à l'influence des forces vitales.

Etudié sur ce point de vue, le galvanisme pourrait peut-être un jour éclairer le mécanisme et la théorie des sécrétions; peut-être nous donnerait-il le mot de l'énigme que nous présente l'action de certains médicaments. Il ne serait pas impossible en effet que cette action ne fût autre chose, dans ces substances, que leur propriété d'établir un arc entre les systêmes nerveux et musculaire. Tout ceci, au reste, est purement conjectural: nous avons trop peu de faits pour proposer sérieusement cette opinion, qui pourra cependant acquérir par la suite beaucoup de probabilité.

# SECTION SIXIÈME.

## ET DERNIÈRE.

*Considérations générales touchant les propriétés et les effets du galvanisme sur l'économie animale.*

Tous les corps de la nature sont doués de propriétés qui leur sont particulières, et c'est de leur différente influence, c'est de la manière qu'ils sont appliqués à nos sens, qu'ils excitent des impressions variées sur nos organes. Le galvanisme de même, suivant les lois générales, produit sur le corps humain des effets analogues à sa nature, avec une activité qui surpasse de beaucoup celle de tout autre stimulant connu. Je ne crois pas cependant qu'on ait à craindre de l'énergie de cet agent dans les applications médicales : j'ai démontré qu'une forte action galvanique, avec les précautions nécessaires, peut être soutenue, dans l'organisation animale, sans aucun danger. D'ailleurs il est admis en médecine que les stimulants les plus puissants, les poisons les plus actifs, peuvent, étant administrés prudemment, devenir de véritables secours en différentes maladies. C'est donc à l'industrie et à la sagacité des médecins de diminuer, selon les circonstances, ou d'augmenter la force du galvanisme, et dans tous les cas, de la modérer en sorte qu'elle soit tournée au bien de l'humanité. Pour parvenir à une telle administration il sera utile de parcourir rapidement les

effets les plus marqués qui ont lieu lorsqu'il est appliqué au corps humain.

I. Le galvanisme produit sur la peau des effets bien sensibles et bien remarquables. Toutes les personnes qu'on galvanise, éprouvent dans la partie dont le contact opère la communication des deux pôles, un sentiment d'ardeur qu'elles comparent à celui qui accompagne la brûlure. Si l'on continue le procédé pendant un assez long temps, il s'y développe une rougeur sensible, et même quelquefois un gonflement. La douleur persiste pendant quelque temps lorsqu'on continue l'expérience, en touchant toujours le même endroit.

II. Les effets du galvanisme, sur les différentes parties du corps, paraissent être en raison de la délicatesse du tissu de la peau qui les recouvre. Son application sur les lèvres, qui ne sont garanties que par une membrane épidermoïde, est beaucoup plus douloureuse que sur les mains, où elle ne produit qu'une espèce de fourmillement, ou mieux un picotement : cependant ce picotement, qui pour l'ordinaire est fort peu de chose, qui même se réduit presque à rien, quand la partie est couverte de poils comme à la tête, devient pour ainsi dire insupportable, pour peu qu'elle soit excoriée.

III. La commotion galvanique, donnée avec la pile, au moyen d'un arc conducteur porté sur la langue, le nez, et plusieurs autres parties du visage, est accompagnée d'un éclair qui s'excite dans les yeux. Quand on fait l'expérience sur le premier de ces organes, outre l'éclair qui

se fait apercevoir très-distinctement, on éprouve une saveur légèrement acide; on croit avoir quelque chose d'aigrelet sur le bout de la langue. L'application des conducteurs de la pile, introduits l'un dans l'arrière-bouche, et l'autre dans l'intestin rectum, détermine d'abondantes évacuations alvines. Les contractions du tube intestinal sont même quelquefois assez fortes pour donner lieu à de légères coliques.

IV. Les muscles d'un membre, sur lequel on dirige le galvanisme, se contractent pour l'ordinaire plus ou moins fortement, et répètent leurs contractions toutes les fois qu'on réitère l'application des conducteurs. L'étendue de ces conctractions musculaires n'est cependant pas en raison de la douleur qu'éprouve le malade. Tantôt il souffre beaucoup, et les muscles ne se contractent que faiblement; d'autrefois, au contraire, on aperçoit des contractions vives, fortes, et le malade ne se plaint presque pas. Il n'est pas rare non plus de voir les muscles entrer en action, et la personne qu'on galvanise n'éprouver autre chose que cette contraction, sans sentir, ni douleur, ni la plus légère cuisson. D'autrefois enfin la douleur est très-vive, et les contractions absolument nulles.

V. Les muscles recouverts par la partie de la peau qui reçoit le contact du communicateur, ne sont pas toujours les seuls dont il détermine la contraction. Aussi arrive-t-il quelquefois, comme l'on peut facilement s'en convaincre en faisant l'expérience sur l'avant-bras, que les muscles éloignés au bras et plus haut, se contractent d'une

manière qui approche de la convulsion. On voit aussi le même effet avoir lieu sur la main soumise au même *stimulus*, à raison de l'action des corps charnus qui éprouvent alors l'influence galvanique. Si l'on fait glisser sur la peau l'extrémité de l'arc conducteur, en suivant le trajet des nerfs brachiaux, les organes musculaires dans la dépendance de ces nerfs se contractent avec beaucoup de force; mais la sensation produite par le galvanisme n'en est pas plus douloureuse.

VI. Quelquefois le *stimulus* galvanique paraît perdre tout-à-coup sa propriété stimulante; les contractions cessent, s'arrêtent, la faculté contractile semble éteinte dans les muscles, mais elle n'est pour ainsi dire qu'assoupie; bientôt elle se réveille, et les contractions deviennent plus fortes que jamais. Il serait peut-être avantageux de s'assurer si ces phénomènes sont dus ou non à la construction de l'appareil, à son mode d'application, ou à d'autres circonstances qui lui seraient étrangères. Cependant il est plus que probable qu'ils tiennent à la nature même de la fibre musculaire, qui, lassée, comme le dit Fontana, s'habitue à la présence du *stimulus* galvanique, et n'y redevient sensible qu'après une sorte de repos. On en a à-peu-près la preuve dans ce qu'on observe lorsque la pile de Volta est montée pour opérer la décomposition de l'eau. Il se dégage du pôle zinc de l'appareil vers le pôle opposé, de petites bulles gazeuses qui se succèdent sans interruption. Ce dégagement annonce

une action continuelle du principe galvanique sur l'eau, qui lui cède constamment. On peut donc raisonnablement croire que l'interruption qui se rencontre dans les contractions musculaires ne tient point au principe galvanique, qu'on peut, par analogie, regarder comme exerçant continuellement son action dans cette circonstance, et que ce phénomène, lié au merveilleux ensemble des lois qui régissent l'économie animale, est au contraire l'effet de leur influence sur les différents organes.

VII. La rougeur et le gonflement d'une partie soumise à l'action long-temps continuée du galvanisme, sont quelquefois suivis de petites ampoules qu'on peut, en quelque sorte, comparer à celles qui sont le résultat d'une brûlure. On aperçoit de petites taches rouges, semblables à des morsures de puce; mais, en examinant ces piqûres à la loupe, on voit que l'épiderme est soulevé, et que la cavité qui résulte de son détachement est remplie par un fluide jaunâtre. Tantôt il y a résorbtion de ce fluide, et la pustule s'efface; d'autrefois il se forme une petite croûte ou escarre qui tombe en peu de jours.

VIII. L'accélération du pouls est encore un phénomène qu'on a également lieu d'observer dans l'application du galvanisme, comme dans celle de l'électricité. D'après les expériences faites à ce sujet par le docteur Mongiardini, il paraît qu'on peut estimer cette accélération à cinq pulsations par minute, terme moyen. Toutes les sécrétions se font d'une manière beaucoup plus active: elles deviennent

plus rapides et plus abondantes; celle des urines sur-tout est extrêmement prompte et copieuse: il en faut presque dire autant de la transpiration.

IX. Le galvanisme laisse après lui une sensibilité assez développée, et une grande facilité de mouvement dans les parties qui ont éprouvé son action; mais ces avantages quelquefois sont de courte durée: il faut, pour en jouir constamment, recourir à de nouvelles applications assez rapprochées.

Ses effets sur la tête, entre les deux oreilles, sont sur-tout extrêmement remarquables lorsqu'on l'emploie à grande dose, si l'on peut s'exprimer ainsi, et que son application est continuée pendant un certain temps. Les personnes qui se sont soumises à cette expérience, ont toutes éprouvé un trouble plus ou moins grand dans les idées, une douleur fort vive et continue au-dessus de l'orbite, de l'insomnie pendant plusieurs jours, quelquefois même une lassitude générale, une sorte d'impuissance, une certaine difficulté à remuer les membres, jointe à quelque chose de douloureux dans les articulations. Je présume, d'après ces effets, qu'on pourrait aussi donner la fièvre, et déterminer des convulsions par une très-longue galvanisation. Il est donc réservé à la prudence du médecin de modérer l'emploi de ces moyens énergiques dans la mesure convenable, pour en obtenir des effets salutaires à l'économie animale.

X. Une des propriétés bien constatées du galvanisme est de s'opposer à la putréfaction des matières animales, ou

mieux de la ralentir ; mais une remarque qu'il est important de faire, c'est que cette propriété ne s'étend pas au-delà de l'action des appareils galvaniques : dès que ceux-ci cessent d'agir, ou dès qu'on retire les matières animales, la putréfaction se déclare, et marche ensuite plus rapidement qu'elle ne l'aurait fait si on ne l'eût point contrariée ; ce dont il est facile de s'assurer en lui abandonnant deux portions de muscles, par exemple, ou deux quantités de sang dont une a subi l'action du galvanisme. Peut-être ce dernier effet, dont la cause nous échappe, tient-il à une autre propriété du même principe, celle de noircir les substances animales, et d'en relâcher le tissu.

En récapitulant, en réunissant tous les faits contenus dans cette troisième partie, et en les comparant d'après leur ensemble, on peut, je crois, conclure avec assurance que les effets du galvanisme sont aujourd'hui mieux connus, et qu'on a fait des progrès dans son mode d'application. Nous nous sommes en effet convaincus : 1.° Que le galvanisme, dans beaucoup de cas, exerce une action bien différente de celle de l'électricité, moins aisément et moins sûrement applicable que lui. 2.° Que son action se manifeste avec une sensible attraction entre les parties nerveuses et musculaires ; phénomène venant à l'appui de l'hypothèse de Humboldt, qui donne une atmosphère particulière à chacune de ces parties. 3.° Que c'est à la forte impression qu'il produit sur le cerveau, qu'il faut rapporter les bons effets qu'on lui a quelquefois reconnus dans les affections de l'organe de l'ouie. 4.° Qu'il est, dans

la submersion, dans les asphyxies, le plus prompt secours qu'on puisse employer, le plus sûr moyen, le remède le plus puissant, le plus efficace, pour rappeler et conserver à la vie les malheureuses victimes de tels accidents. Les expériences que j'ai faites au mois de janvier dernier, à Londres, sur un criminel mis à mort par le supplice de la corde, ont augmenté mon espoir à cet égard. 5.° Nous avons vu qu'on pouvait l'employer avec quelque succès pour traiter l'aliénation mélancolique, dans les cas seulement où ce dérangement de l'esprit est accidentel, et ne tient point à un vice organique. 6.° Enfin nous avons vu le galvanisme opérant dans les fluides animaux, principalement dans l'urine, des altérations très-marquées, changeant leur composition, précipitant d'autres fois quelques-uns de leurs principes : ce qui peut faire concevoir pour l'avenir les plus grandes espérances de son administration médicale sur eux. Je suis en effet persuadé qu'on pourra un jour en tirer, dans certains cas pathologiques, de très-grands avantages, si la prévention, l'ignorance et l'inexpérience, ne viennent point mettre d'entraves à ces applications salutaires.

L'on sait que l'enthousiasme pour l'électricité médicale avait échauffé jusqu'à l'excès, dans le dernier siècle, l'esprit de plusieurs physiciens. On a vu des hommes, d'ailleurs éclairés, tels que les Pivati, les Gardini, et autres médecins non moins célèbres, aveuglés, et même emportés par la prévention, offrir nombre de preuves d'une trop grande crédulité dans leurs rapports, et s'attirer ainsi

le mépris de ceux qui étudient la nature sans esprit de parti. Si la sagesse et la prudence ne président point à l'administration du galvanisme, il est à craindre qu'il n'éprouve un jour le même sort. En effet peut-on raisonnablement ajouter foi à ces guérisons presque miraculeuses, rapportées dans les journaux? peut-on croire à ces paralysies guéries en vingt-quatre heures, à cette foule de sourds et d'aveugles délivrés comme par enchantement de leur maladie? Quelques physiciens ont pensé qu'on ne devrait point faire d'inhumation sans avoir préalablement essayé le galvanisme. Nous avons déja montré les objections qui prouvent l'incertitude de cette méthode, et nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons dit ailleurs à ce sujet. M. Pfaff propose ingénieusement le galvanisme pour distinguer les cas où une cataracte, maladie dont les caractères ne sont pas toujours faciles à reconnaître, pourrait être opérée avec succès. M. Humboldt, à cet égard, dit avoir connu des sujets chez qui le galvanisme ne produisait pas d'éclair dans les yeux, quoique ceux-ci fussent très-sains. M. Pfaff reconnaît toute la force de cette observation, et il avoue que l'emploi du moyen qu'il propose peut avoir des exceptions; mais il observe aussi que les cas où l'impulsion de la lumière n'a pas lieu par le *stimulus* galvanique dans l'hypothèse de la sensibilité de la rétine, sont extrêmement rares. Il est donc infiniment probable qu'il y a amaurosis chez un cataracté, lorsque les excitateurs ne produisent dans l'œil aucune sensation particulière, et que le contraire a lieu quand cette sensation

existe. Le même auteur, entre autres maladies pour lesquelles il recommande encore le galvanisme, insiste spécialement sur son emploi dans la paralysie du nerf optique, ou dans la goutte sereine. Beaucoup d'autres médecins ont aussi proposé le galvanisme dans une foule de maladies, les uns, plutôt par le desir d'être utiles, et d'après leurs raisonnements que d'après leurs essais; les autres, d'après ses effets bien connus, d'après leurs observations et celles des autres. De ce nombre est M. Grapengiesser, ami et collaborateur de M. Humboldt. Il conseille l'application du galvanisme dans la goutte sereine et la faiblesse de la vue, uniquement par insensibilité du nerf optique; dans certains bourdonnements d'oreilles, les surdités, l'enrouement, l'aphonie par défaut ou diminution d'action nerveuse; dans les paralysies, et même dans d'autres maladies dont les causes sont combattues par les moyens qui conviennent à chacune d'elles *. Bouvier assure avoir entièrement dissous un calcul urinaire en vingt-quatre heures par le galvanisme. Quoi qu'il en soit, je pense que ce fluide, dirigé sur la vessie, est plutôt capable

* Voyez, pour de plus amples détails, l'ouvrage de l'auteur, intitulé : *Versuche den galvanismus zur keilung einiger Krankheiten anzuwenden angestellt und beschrieben von C. J. C. Grapengiesser der arzneikunde und Wundarzneikunst doctor*, avec planches, Berlin, 1801, ou l'extrait qui en a été inséré dans l'*Histoire du galvanisme*, par P. Sue, professeur à l'école de médecine de Paris. On trouve aussi dans ce dernier ouvrage, page 424, tome II, des détails curieux et satisfaisants sur le traitement, avec succès, d'une paralysie par la pile galvanique.

d'y faire naître un calcul, en précipitant les matières calcaires de l'urine, que d'en opérer la dissolution; et je crois l'avoir démontré évidemment cette propriété dans l'article où j'ai parlé des sécrétions.

Je terminerai, en payant à MM. Hallé, Humboldt, Grapengiesser, et plusieurs autres, le tribut d'éloges dû à leurs sages et utiles travaux. Ces savants n'ont vu dans le galvanisme que ce qu'il est encore permis d'y voir; ils ne l'ont présenté que comme il doit l'être, comme une découverte à peine sortie de son enfance, et sur laquelle il est difficile de prononcer dans son application à la médecine, malgré de nombreuses expériences. Le premier de ces habiles professeurs s'est contenté de l'exposé de leurs résultats, sans en tirer aucune conséquence; il n'a pas cru que ses observations, jointes à celles des autres médecins, fussent encore suffisantes pour se permettre le rapprochement des faits, et pour établir des principes invariables. MM. Humboldt et Grapengiesser se sont bornés à indiquer, d'après les effets connus du galvanisme, les maladies dans lesquelles on peut espérer retirer quelque avantage de son application. Loin de le vanter comme un spécifique universel, comme une sorte de panacée, à l'exemple de quelques-uns; loin d'imaginer des cures tenant du prodige, et de les présenter comme de merveilleux effets du galvanisme, ils se sont au contraire attachés à relever, à combattre les erreurs introduites dans la science par la mauvaise foi, ou par des propositions trop générales. Mais tel est le sort de toutes les découvertes une fois échappées

des premières mains, d'être saisies par tous ceux qui veulent s'en emparer. Les uns, animés par le desir de se rendre utiles, dirigés par des vues philosophiques, cherchent à les étendre, et à les amener, par une heureuse application, à l'avantage de la société; les autres, véritable peste dans la science, étouffent ces découvertes, s'opposent à leurs progrès, ou les ralentissent en donnant, comme vérités démontrées, de pures conjectures et des probabilités, en mettant des suppositions, des hypothèses à la place de faits, en prenant enfin le stérile langage de la théorie, au lieu de parler celui de l'expérience et de l'observation.

FIN DE LA TROISIÈME ET DERNIÈRE PARTIE.

# APPENDICE

## DE L'ESSAI SUR LE GALVANISME.

AYANT eu jusqu'ici pour but, dans mon Essai sur le galvanisme, de rechercher les rapports physiologiques qui concernent les forces vitales dans l'économie animale, j'ai cru convenable de m'abstenir de tout détail purement physique ou expérimental : ce sont ces détails d'expériences qui formeront le sujet de cet Appendice, dans lequel je traiterai de l'action de l'air atmosphérique sur la production des effets galvaniques ; de différents appareils qu'on a employés pour reconnaître son action sur certains fluides aériformes; des diverses constructions d'appareils galvaniques qu'on a imaginées ; enfin de quelques vues générales sur les rapports du galvanisme avec le règne végétal et animal.

### § I. *Expériences galvaniques faites dans le vide et dans l'air condensé.*

#### I.ère EXPÉRIENCE.

Je prends une cloche de verre de neuf pouces environ de hauteur, sur trois pouces de largeur, ouverte, dans sa partie supérieure, de manière à donner passage à une

tige de laiton qu'on peut élever ou abaisser à volonté dans l'intérieur de la cloche. Je place sur le plateau de la machine pneumatique une petite pile composée de quinze disques de zinc et d'argent. Les choses ainsi disposées, je mets en contact la partie supérieure de la pile avec la tige métallique, et je forme l'arc en touchant avec une main cette même tige, et avec l'autre le plateau de la machine pneumatique: je ressens une secousse marquée, l'air étant renfermé dans la cloche. Mais si l'on vient ensuite à l'extraire, ces secousses semblent devenir plus faibles, en augmentant sa raréfaction; cependant, avec quelque soin que l'on fasse le vide, on ne parviendra jamais à anéantir entièrement les secousses. Ces phénomènes ont lieu, soit que l'on emploie une pile plus considérable, soit aussi que la machine pneumatique et l'individu qui forme l'arc, soient isolés. Mais un fait assez curieux dans cette expérience, c'est que si l'on fait rentrer l'air dans la cloche, la pile ne reprend plus l'énergie qu'elle avait avant qu'on eût fait le vide : ce qu'il faut attribuer à un nuage épais, formé par l'évaporation de la dissolution saline, lors de l'extraction de l'air de la cloche, contre les parois de laquelle il va ensuite s'attacher.

II. EXP.

Si, après avoir formé le vide, on fait communiquer l'appareil de la décomposition de l'eau aux deux extrémités de la pile, on verra sensiblement de petites bulles qui s'échappent en forme de nuage ; il m'a paru quelquefois que

ce dégagement des fluides aériformes était diminué lorsque l'on poussait le vide au plus fort degré; mais je ne suis jamais parvenu à anéantir complètement ses effets.

III. EXP.

Pour constater s'il y avait diminution de l'action du galvanisme dans l'air raréfié, je me suis servi du condensateur. La pile était composée de trente plaques de zinc et d'argent; elle a chargé le condensateur jusqu'à donner l'étincelle même lorsque, par des soustractions successives, je l'avais réduite à dix plaques de chaque métal : la force était presque la même dans l'air amené à la plus grande raréfaction. Alors j'ai répété l'expérience en diminuant la pile jusqu'à trois plaques d'argent et de zinc ; j'ai appliqué le condensateur de différentes manières, et j'ai vu que les pailles de l'électromètre s'écartaient toujours au plus haut degré, ce qui m'a empêché de marquer aucune différence sur l'action du galvanisme dans l'air naturel et dans l'air raréfié. Je me propose néanmoins de donner quelque précision de plus à cette recherche par le moyen de la balance électrique de M. Coulomb.

IV. EXP.

Puisque la plupart des expériences galvaniques se font dans l'air atmosphérique, j'ai cherché en quoi cet air y contribue. J'ai mis dans une cuve pleine d'eau l'appareil de l'expérience 1.ère, et j'ai vu, au bout de 24 heures, l'eau

élevée dans la cloche de trois pouces environ; la flamme d'une bougie introduite était éteinte sur-le-champ; l'absorption de l'oxigène de l'air atmosphérique était plus grande lorsqu'on interposait entre les plaques de la pile des cartons trempés dans une dissolution de nitrate de potasse. L'absorption, quoique diminuée, eut lieu dans une pile où j'avais substitué aux cartons ordinaires des couches d'argile humectées d'eau pure : dans ce cas, l'oxigène de l'air atmosphérique ne pouvait agir que sur le bord des plaques métalliques. J'observe que la pile néanmoins agissait puissamment, et présentait seulement quelques différences, selon la variété des substances terreuses qui étaient employées dans l'expérience.

### V. EXP.

Les expériences que nous venons de rapporter, faites dans l'air raréfié et dans son état naturel, ont été aussi tentées avec le même appareil dans l'air condensé. L'action du galvanisme sembla s'augmenter en proportion du degré de condensation de l'air de la cloche. Je communiquai le résultat de ces expériences à l'Institut des sciences et des arts de Bologne dans le courant du mois de novembre 1801, époque à laquelle MM. Biot et F. Cuvier *

* MM. Biot et Cuvier ont rendu compte de ces expériences dans les *Annales de Chimie* de la manière la plus exacte. Ils ont couvert une pile avec une cloche dans la cuve hydro-pneumatique. Ils ont observé après 17 heures une forte absorption d'eau, et ils jugèrent que la petite quantité d'air restée sous la cloche devait avoir perdu son oxigène. La pile ne donnait que des effets très-peu sensibles.

s'occupaient à Paris du même sujet, qui leur a aussi offert des résultats analogues à ceux que j'avais trouvés.

§ II. *De l'action du galvanisme sur différents fluides aériformes.*

Avant de passer aux expériences, nous donnerons la description de notre appareil, propre à remplir les trois objets suivants. 1.° D'introduire dans un récipient où se trouve la pile un fluide aériforme quelconque, en évitant

Elle ne faisait plus éprouver de commotions; elle ne communiquait à la langue, placée sur les conducteurs, qu'une saveur très-légère; elle n'excitait plus le dégagement des bulles dans le petit appareil, quoiqu'on eût pris soin de le renouveler, de peur qu'il n'eût perdu sa sensibilité par suite de l'emploi qu'on en avait fait dans les expériences précédentes; enfin on croyait l'action de la pile absolument éteinte.

Sans rien changer à ces dispositions, sans toucher à l'appareil, ils ont introduit une très-petite quantité de gaz oxigène sous la cloche où la pile était renfermée. A l'instant le dégagement des bulles, qui n'avait pas encore eu lieu, commença à se manifester. La quantité de gaz oxigène introduite sous la cloche était au moins quadruple de l'azote qui y était resté.

Ces savants pensent que la pile se décharge à la manière des bouteilles de Leyde, et ils proposent une explication ingénieuse qui mérite l'attention des physiciens. En général ces resultats sont dans une parfaite correspondance, non-seulement avec mes dernières expériences, mais encore avec celles que j'ai publiées en 1794, où j'ai démontré que le galvanisme, excité dans les animaux, n'éprouvait aucune altération dans le vide.

Cette analogie des résultats m'autorise donc à conclure avec ces savants, 1.° que l'appareil galvanique décompose l'air atmosphérique qui l'environne, et absorbe son oxigène; 2.° que l'oxigène enlevé par la pile à l'air atmosphérique contribue à augmenter les effets galvaniques; 3.° que l'appareil galvanique a une action propre indépendante de l'air extérieur.

soigneusement le contact de l'air atmosphérique. 2.° D'étudier les effets du galvanisme, non-seulement suivant les différents degrés d'élévation de l'eau dans l'intérieur de la cloche, correspondants aux effets de la pile sur ces mêmes gaz; mais encore lorsque la pile elle-même serait entièrement plongée dans l'eau. 3.° D'examiner après que la pile a exercé son action, la nature ou les propriétés du résidu de ces divers fluides aériformes. Pour obtenir tous ces différents effets j'ai eu recours à l'appareil suivant.

J'ai placé sur la planchette d'une cuve hydro-pneumatique (pl. 7, fig. 7.) une pile qui a été recouverte par une cloche de verre, garnie, dans sa partie supérieure, d'une virole en laiton qui donnait passage à un tube de même nature, qu'on pouvait abaisser ou élever à volonté dans l'intérieur de la cloche. La partie de ce tube, qui sortait hors de la cloche, était pourvue d'un ajutage avec un robinet, au moyen duquel on pouvait extraire tout l'air de la cloche. En fermant ensuite le robinet, j'ôtai toute communication avec l'air extérieur. La cloche une fois remplie d'eau par l'absorption de l'air, on pouvait y introduire facilement, par les moyens connus, un gaz quelconque, sans qu'il y eût en aucune manière accès de l'air atmosphérique. C'est alors qu'on pouvait commodément éprouver l'action de la pile dans ces fluides aériformes, en touchant avec une main le niveau de l'eau de la cuve, et avec l'autre l'extrémité de la tige métallique, mise auparavant en contact avec l'extrémité supérieure de la pile.

Enfin, pour recueillir le résidu du gaz, je fais reposer

la cloche, par sa partie inférieure, sur un plateau de laiton, dont le diamètre est un peu plus grand que le sien, et garni d'un bord d'environ un pouce de hauteur. La cloche ainsi placée sur ce plateau métallique repose toujours sur la planchette de la cuve, qui est couverte d'eau. Alors j'adapte une vessie à la partie supérieure de la cloche, et j'établis la communication en même temps que je plonge l'appareil dans la cuve : à mesure que j'enfonce la cloche dans l'eau, l'air qu'elle renferme étant comprimé, passe dans la vessie, d'où je le transvase dans un autre vaisseau pour l'employer à différentes épreuves physiques et chimiques.

Ce même appareil pourrait également servir pour le mélange des gaz en diverses proportions dans l'intérieur de la cloche, ce qui donnerait lieu sans doute à des résultats intéressants.*

Après avoir décrit la construction et les différents usages de cet appareil, je vais rapporter les expériences dans lesquelles je m'en suis servi.

* J'ai fait construire pour mon usage cet appareil, à Paris, par l'artiste habile Dumotier, en employant des tiges de verre pour supports de la pile, et un cercle d'ivoire à sa partie supérieure, afin que le fluide galvanique ne fût en contact avec aucun métal étranger à celui de la pile. Par la même raison j'ai substitué à la tige métallique qui s'élève et s'abaisse dans la cloche, un tube de verre à l'intérieur duquel passe un fil d'archal pour établir la communication. Cet appareil est double, afin de servir à des expériences comparatives.

V. EXP.

Je plaçai sous la cloche décrite ci-dessus, qui a dix-sept pouces de haut sur trois de large, une pile composée de cinquante disques de cuivre et de zinc; ensuite elle fut remplie de gaz oxigène. Au bout de vingt-quatre heures je trouvai que l'eau s'était élevée dans l'intérieur de la cloche jusqu'à la hauteur de sept pouces: cette absorption augmenta le second, le troisième et les jours suivants, jusqu'au neuvième, où le *maximum* de l'élévation de l'eau fut de douze pouces et demi; en sorte que le niveau se trouvait précisément à un pouce au-dessous du sommet de la pile. L'élévation de l'eau se soutint à ce degré pendant tout le dixième jour; mais ensuite elle s'abaissa, ce qui m'empêcha d'examiner l'état de l'air résidu après le moment du *maximum* de l'élévation de l'eau dans la cloche.

VI. EXP.

On substitua le gaz hidrogène au gaz oxigène dans l'appareil décrit; mais l'eau ne s'éleva pas au-dessus d'un pouce pendant l'espace de huit jours. Au commencement de l'expérience j'éprouvais de fortes commotions lorsque je touchais d'une main le niveau de l'eau, et de l'autre la tige métallique mise en contact avec le sommet de la pile; mais, pendant le laps de temps qu'elle dura, les secousses s'affaiblirent graduellement; et, après huit jours, elles étaient presque insensibles. Je retirai alors la pile du

récipient, et je trouvai qu'étant placée dans l'air atmosphérique, elle reprenait son énergie première, et qu'elle produisait de fortes commotions. Je répétai plusieurs fois cette expérience, afin de reconnaître si l'action de la pile n'aurait point altéré la nature du gaz hydrogène: mais je ne pus y apercevoir aucun changement, sinon qu'il brûlait avec une flamme blanchâtre. Je m'assurai de cette modification de couleur, en enflammant comparativement le même gaz hydrogène qui n'avait pas été soumis à l'action de la pile.

### VII. EXP.

La cloche fut remplie de gaz acide carbonique : au bout de deux heures l'eau s'y éleva de plus de trois pouces; et, dans l'espace de vingt-quatre heures, la pile entière fut plongée sous l'eau. Il s'écoula ensuite plus de douze heures avant que l'eau s'élevât de deux pouces et demi au-dessus du sommet de la pile, et ce fut là le *maximum* de l'élévation : alors le niveau de l'eau dans la cloche était couvert de grosses bulles d'air. On m'engagea à recueillir promptement l'eau qui s'était élevée dans la cloche, pour la soumettre à une analyse exacte. J'y versai donc de la teinture de tournesol et de l'eau de chaux; je la soumis ensuite à l'action de la pompe pneumatique : j'obtins des altérations bien sensibles, opérées dans le gaz acide carbonique par l'influence galvanique. Je me réserve d'achever cet examen intéressant par d'autres observations.

VIII. EXP.

Pour connaître quel avait été réellement l'effet de l'action de la pile sur l'absorption du gaz acide carbonique, dans l'expérience précédente, il fallait nécessairement connaître de combien l'eau s'éléverait dans la même cloche pendant le même espace de temps, sans l'intermède de la pile. Or, je trouvai qu'après douze heures elle ne s'y était élevée que de trois pouces, après vingt-quatre heures de cinq pouces environ, et enfin au bout de quatre jours elle avait atteint les deux tiers de la hauteur totale de la cloche.

Je ne sache pas que l'on ait encore observé une absorption aussi considérable dans un si petit espace de temps. L'eau, ensuite examinée, paraissait avoir été combinée avec une certaine quantité de gaz acide carbonique: en effet, elle rougissait la teinture de tournesol, blanchissait l'eau de chaux, et avait une saveur acide.

§ III. *Des différentes constructions de la pile.*

La recherche d'une pile, capable de fonctionner sur-le-champ, intéresse non-seulement la physique, mais encore beaucoup plus les applications médicales que l'on veut faire par le moyen de cet appareil: je tâcherai donc de combiner toutes les modifications possibles pour pouvoir l'employer avec la facilité la plus convenable dans ces cas.

La cuve galvanique offre, en comparaison de la pile ordinaire, l'avantage de pouvoir agir sans avoir besoin

d'aucun arrangement préalable. J'ai plongé plusieurs fois à la mer l'appareil, et je l'ai vu immédiatement exciter l'influence galvanique ; mais son action n'est pas trop durable : il se forme un arc par l'humidité contractée par le bois, qui vient affaiblir son énergie. L'on trouve encore un assez grand obstacle à nettoyer les plaques fixées solidement dans les rainures de la cuve.

Ces difficultés me firent sentir le besoin de former une cuve perpendiculaire, qui aurait les avantages de la cuve horizontale, sans en avoir les inconvénients : j'en présente (pl. 6, fig. 3.) un petit essai, achevé il y a peu de jours par l'habile artiste Dumotier. L'appareil consiste dans une série de disques garnis d'un bord en cuivre, combinés avec des plaques de zinc d'un diamètre plus étroit, entre lesquelles il y a de petites rondelles de bois sec. L'épaisseur de ces rondelles est telle que le niveau des plaques de zinc correspond à la hauteur du bord métallique dont les plaques de cuivre sont fournies, sans les toucher. Ayant ainsi disposé les plaques, je plonge l'appareil entier dans un vase d'eau salée, je trouve qu'il est en état de fonctionner sur-le-champ.

Voici une cuve perpendiculaire dans laquelle vous avez un appareil toujours préparé, sans avoir le désagrément de ne pouvoir le rétablir qu'avec beaucoup de peine. En faisant des essais avec ce nouvel instrument, je m'aperçus que l'action galvanique avait lieu même après avoir fait écouler l'eau de la cuve : cette observation me fit imaginer un autre appareil plus simple, que je vais décrire.

Soit une série de plaques de zinc et de cuivre (pl. 6, fig. 4.) percées au centre, et disposées alternativement avec de petits anneaux de bois qui les séparent; soit un support avec une tige de verre dans le centre, laquelle passe à travers les plaques et les soutient : l'appareil disposé de cette manière, je le plonge dans l'eau salée, et l'en retire un peu après : l'eau surabondante s'écoule ; mais l'humidité qui reste à la surface des plaques suffit pour faire fonctionner l'appareil.

Je pense que cette disposition doit être préférée à cause de sa simplicité à d'autres instruments galvaniques ; car l'on peut rétablir à volonté son énergie par la simple immersion ; je sais que l'action n'en peut pas être trop durable ; mais cet inconvénient apparent ne pourrait-il pas être considéré comme un avantage réel de l'appareil? Pendant une longue série d'expériences ne serait-il pas commode de suspendre à volonté l'oxidation des plaques métalliques, et de la renouveler seulement dans le moment où l'on en a besoin? Cela ne peut-il pas conduire à conserver plus long-temps les plaques qu'on ne le fait dans la colonne de Volta, ou dans les cuves galvaniques ordinaires ?

Je rappellerai ici quelques tentatives que l'on avait faites avant moi, pour fixer et conserver long-temps l'action galvanique de la colonne de Volta. L'on a mis une couche de colle sur chaque plaque qui compose la pile, et l'on a cru, par ce moyen, diminuer l'oxidation des métaux, et prolonger l'action de l'appareil ; mais ses effets

devinrent si faibles, qu'ils étaient presque nuls. Un physicien en Allemagne prit plusieurs tonneaux de verre d'environ un pouce et demi de hauteur, et de diamètres égaux, ayant à chaque extrémité une plaque de cuivre et une de zinc mastiquées. Chaque tonneau a une ouverture par laquelle on peut les remplir d'une dissolution de muriate de soude, ou d'un fluide quelconque. Ces tonneaux rapprochés forment une pile horizontale, dont l'action se conserve très-long-temps, quoiqu'il n'y ait qu'une légère oxidation des métaux. La construction de cet instrument est très-ingénieuse : elle répandra sans doute de grandes lumières sur la manière d'agir des appareils galvaniques.

M. Allizeau a formé une pile perpendiculaire avec des plaques de zinc et de cuivre, disposées alternativement, et auxquelles il adaptait un cercle de faïence mastiqué, en remplissant la capacité avec du muriate de soude. J'ai vu moi-même avec satisfaction la construction de cette pile, et j'ai essayé son action, laquelle était encore bien sensible, quoique la pile eût été montée depuis plus de trois mois. Ce nouveau moyen a fixé l'attention de l'Institut national de France, qui vient de récompenser l'industrie de l'auteur, et a même fait l'acquisition de l'appareil.

Je ne prétends pas que les piles que j'ai proposées ci-devant doivent être préférées aux appareils que je viens de décrire : je n'ai pas eu le temps ni la commodité de faire, avec toute l'exactitude requise, des expériences comparatives, pour apprécier le mérite particulier de cha-

cun d'eux. Je suis bien aise néanmoins d'avoir donné des vues générales pour perfectionner la construction des instruments qui doivent servir à l'application du galvanisme médical.

Je finirai mes observations sur ce point en ajoutant quelques mots sur la manière la plus convenable de régler l'influence galvanique dans différentes maladies. Il est reconnu, par de grands physiciens, que le galvanisme doit être appliqué par le moyen de quelques instruments qui communiquent l'influence avec une force donnée, et par des degrés bien calculés. Dans la seconde section de la troisième partie j'ai proposé un levier mu à chaque seconde par les rouages d'une horloge, en établissant ainsi la communication entre la pile et le malade. J'ai perfectionné dernièrement cette méthode en séparant entièrement le point fixe du levier de la base de la pile : il est très-commode de pouvoir combiner alors la machine avec un appareil galvanique quelconque, sans être borné à une construction donnée. Enfin j'ai trouvé qu'en poussant encore plus loin l'examen de cet appareil, l'on pouvait substituer à l'action du ressort de l'horloge celle d'une bougie allumée (pl. 6, fig. 5.) ; j'ai donc entrepris de mouvoir le levier de l'appareil par la force du courant d'air d'une lampe mécanique allumée. Je témoigne ma reconnaissance à M. Carcel, qui s'est chargé avec beaucoup de zèle de la confection de ces machines *, et qui y a mis la

* L'autre machine à ressort, construite de même par M. Carcel, est composée d'un barillet de trois roues, de trois pignons, d'une vis sans fin, d'un

plus grande exactitude. Les malades communiquent d'un côté avec la base de la pile, et de l'autre avec le timbre : toutes les fois qu'une extrémité du levier frappe le timbre, les malades forment une portion du cercle galvanique, et sont soumis à son action, laquelle peut être répétée mille fois en très-peu de temps, puisque, dans ce même intervalle, le timbre, frappé un nombre égal de fois, complète le cercle galvanique.

L'occasion de voir à Londres, chez M. Tiberio Cavallo, et chez M. Woolaston, de nouveaux appareils concernant la décomposition de l'eau, me fit desirer dès-lors d'avoir, selon leurs principes, un instrument général propre à recueillir le gaz développé par l'action de l'influence galvanique : tel est précisément le but du nouvel appareil que je vais décrire. Soit un vase de verre percé au fond, garni d'un bouchon de liège, au travers duquel passent deux fils de zinc et deux d'argent, qui s'élèvent environ jusqu'au milieu de la hauteur du vase. Ce même vase, à sa partie supérieure, porte une virole de cuivre qui communique avec un autre vase garni d'un robinet, lequel établi ou ôte la communication entre les deux vases. Je remplis tout l'appareil d'eau acidulée par l'acide muriatique; j'établis extérieurement une communication entre les fils métalliques (pl. 6, fig. 6.) : je vois sur-le-champ s'échapper une

marteau mu par les chevilles d'une des roues : le tout enfermé dans une cage de laiton, montée de quatre piliers de même matière, de la hauteur de 4 centimètres, et les platines de 85 millimètres en carré. La durée du mouvement de ce rouage est d'environ deux heures et demie.

quantité de bulles d'air, ou plutôt quatre courants distincts, qui s'élèvent à la partie supérieure du vase. Alors j'ouvre le robinet par lequel l'eau du vase supérieur s'échappe, tandis que les fluides aériformes montent, et vont occuper sa place. Tel est le procédé commode que j'ai imaginé d'abord, et ensuite mis en œuvre, aidé des lumières et de la sagacité du docteur Pittaro, médecin justement distingué.

Par ce moyen vous obtenez la décomposition de l'eau sans les grands appareils de la colonne de Volta, et vous recevez les fluides développés dans la cuve hydro-pneumatique, à laquelle on a recours dans de pareilles tentatives. On peut facilement apercevoir que, selon la diversité des acides employés et des substances différentes avec lesquelles ils sont combinés, le dégagement des fluides aériformes produit par le galvanisme sera prodigieusement varié, et leur examen * pourra verser sur la chimie de nouvelles connaissances. J'observe que l'on obtiendra la décomposition des fluides soumis aux expériences plus rapide et plus énergique, en ajoutant à l'appareil l'action de la pile de Volta ou de grandes batteries galvaniques.

* J'ai communiqué, pour la première fois, la description de ces appareils dans un Mémoire lu à la séance publique de la Société académique des sciences de Paris, le 7 messidor an XI. J'ai même, après la séance, montré publiquement chacun des instruments, et j'ai indiqué leur usage. Je me propose de les décrire de la même manière en détail et avec beaucoup de modifications, dans mon ouvrage qui a pour titre : *Tableau historique de l'origine et des progrès de l'électricité animale et du galvanisme.*

### § IV. *Vues générales sur les rapports du galvanisme avec les règnes végétal et minéral.*

Après avoir parcouru l'immense série des phénomènes que présente le galvanisme envisagé dans ses rapports avec les animaux, qu'il nous soit permis de jeter un coup-d'œil sur le rôle non moins important qu'il joue dans les deux autres règnes de la nature.

Nous avons vu, dans tous les êtres animés, le galvanisme modifier trois ordres de phénomènes différents. 1.° Les propriétés de la vie extérieure, de la vie *animale*, en ont éprouvé les impressions les plus manifestes et les plus évidentes. 2.° Les fonctions de la vie nutritive, de la vie *organique*, en ont pareillement ressenti l'influence, mais d'une manière moins tranchée, et dans un plus petit nombre de circonstances. 3.° Enfin le galvanisme a aussi opéré dans quelques cas sur l'économie animale des altérations chimiques, mais d'une intensité faible.

Nous voyons donc ici se confirmer cette grande loi de la nature, qui nous permet d'agir sur les propriétés ou sur les corps, avec d'autant plus d'avantage, que les unes et les autres sont plus isolés, et dans un plus entier développement. Ainsi l'on n'attaque jamais avec plus de succès les combinaisons chimiques que dans les êtres inanimés, où nulle puissance ne vient compliquer les forces de l'attraction; ainsi les impulsions physiques n'obtiennent toute l'étendue de leur effet que sur les masses inertes et sans vie; ainsi encore dans l'homme, le médecin tourne

en général ses efforts vers le systême le plus développé, vers la fonction qui s'exerce avec l'activité la plus grande.

Qu'allons-nous conclure de cette incontestable loi? que le galvanisme, susceptible de porter une impression profonde sur la sensibilité et la contractilité dans les animaux, produira dans les végétaux, ses plus grands effets sur la vie organique, et qu'enfin c'est parmi les brutes qu'il doit développer avec le plus d'avantage tout son empire sur les corps chimiques ou physiques.

Cette proposition ne laissera plus aucun doute, quand on réfléchira que les forces organiques des végétaux sont généralement de beaucoup supérieures à celles des animaux, et que les propriétés chimiques et physiques sont bien plus à découvert dans la matière inerte que par-tout ailleurs.

Ce que prévoit le raisonnement, l'expérience l'a déja confirmé en partie. Déja d'habiles physiologistes ont appliqué l'agent galvanique à la végétation, et déja l'on connaît les résultats importants de plusieurs expériences, résultats conformes à ce que nous venons d'établir.

Le professeur Giulio de Turin * a obtenu par ce moyen des contractions évidentes sur plusieurs végétaux : pourquoi cet ordre d'expériences ne nous conduirait-il point quelque jour à la solution du grand problême de la

* Extrait d'un Mémoire du professeur Giulio sur les effets du fluide galvanique, appliqué à différentes plantes. *Bibliothèque italienne, ou Tableau des progrès des sciences et des arts en Italie, par les professeurs Giulio, Giobert, Vassalli-Eandi, et Rossi.* Turin, an XI, vol. I.

contractilité et de la sensibilité? On connaît les nombreuses découvertes dont l'anatomie est redevable à l'étude comparée des animaux avec l'homme, et de l'état sain des organes avec leur état pathologique. Pourquoi donc la physiologie, qui s'éclaire également de rapprochements semblables, ne puiserait-elle pas chez les plantes des lumières nouvelles? Et, dans ce cas, pourquoi le galvanisme ne serait-il pas justement invoqué; le galvanisme qui développe des facultés latentes dans les végétaux, où lui seul peut les dévoiler? Si les maladies convulsives ont éclairé l'histoire du système nerveux et musculaire, pourquoi les convulsions artificielles des plantes seraient-elles inutiles à la connaissance de leur propriété contractile, et des organes qui en sont le siège? C'est en comparant les différences de la vie dans les deux extrêmes de l'échelle animée, disent les naturalistes; c'est en plaçant sous un même point de vue l'homme et le zoophite, que l'on parviendra à acquérir le plus de lumières sur le secret de la vie; pourquoi ne dirons-nous pas à notre tour : c'est en comparant la sensibilité de l'homme et de la plante, que l'on ira le plus loin dans la connaissance de cette faculté?

D'autres expériences ont été entreprises sur le second ordre de propriétés des plantes, c'est-à-dire leurs propriétés organiques, ou celles qui président à la nutrition, à l'accroissement et aux excrétions diverses; mais nous ne pouvons encore développer ici des résultats bien positifs et bien déterminés.

Il nous suffira d'annoncer que cet ordre de recherches

entre pour beaucoup dans les expériences de ce genre, dont s'occupe actuellement M. Mojon *, professeur de chimie à Gènes. Il a semé des graines de diverses plantes dans vingt-quatre vases de porcelaine isolés; il y a aussi mis quelques végétaux déja parvenus à un certain développement; il a ensuite adapté à chacun de ces vases deux larges plaques métalliques, l'une de zinc et l'autre de cuivre, en les laissant communiquer entre elles au moyen d'un fil de laiton, de manière qu'elles forment avec les vases une sorte d'appareil à tasses; M. Mojon a soin de faire désoxider tous les jours les plaques métalliques. Dans un nombre égal de vases il a placé des mêmes plantes et des mêmes graines, mais sans aucune armature, afin d'obtenir une expérience comparative.

Quel que soit le résultat des observations de ce physicien distingué, nous ne craignons pas d'assurer qu'elles attesteront l'influence la plus considérable du galvanisme sur la vie organique des végétaux, car c'est chez eux qu'on voit ses fonctions s'exécuter avec la plus grande énergie. Eltz, par des calculs savants et rigoureux, a démontré que la lymphe végétale parcourt ses canaux avec une vitesse de cinq fois supérieure à celle du sang qui traverse la crurale du cheval; et, d'après les expériences de Hales, le tournesol, à volume égal, transpire dix-sept fois plus que l'homme. A ces phénomènes doivent correspondre ceux des autres fonctions organiques, et dès-lors on

* L'auteur m'a dernièrement fait part du commencement de ses travaux qui ne sont pas encore annoncés au public.

conçoit que l'agent qui dans l'homme influe sur ces opérations, devra obtenir ici des résultats toujours bien supérieurs et plus énergiques.

Outre les connaissances que l'action du galvanisme, exactement observée, répandra sur ces divers travaux de la nature, je crois devoir mentionner également un avantage d'un autre genre que présente l'emploi de cet agent. Pense-t-on qu'un élément, de cette énergie, ne puisse pas servir un jour à retarder ou accélérer la végétation suivant le mode d'application et les circonstances? Ne serait-il pas assez naturel de présumer que, dans certains cas, il détruira ou affaiblira les qualités vénéneuses de plusieurs produits végétaux, et modifiera de mille manières leur saveur et leurs autres propriétés? Les effets de la lumière, à cet égard, ne viennent-ils pas justifier mes espérances?

Enfin si je descends au règne minéral, ce n'est plus à des puissances animales, ni à des forces organiques que le galvanisme va s'appliquer: c'est ici l'empire de la physique et de la chimie isolées et libres de tout entrave. Si l'on a vu le galvanisme, dans le sein des êtres vivants, décomposer des liqueurs, en précipiter des cristaux divers, et y opérer de grands changements, malgré la réunion des puissances de la vie, que ne fera-t-il pas sur les éléments que des forces étrangères ne tendent plus à soustraire à son influence? Sans doute il produira des décompositions plus promptes, de plus abondantes précipitations, et généralement des phénomènes plus riches et plus

variés. Pourquoi la chimie, qui dispose avec tant de succès des attributs de la lumière, du calorique, et de l'électricité ordinaire, n'emploierait-elle pas également avec de grands avantages, dans ses laboratoires, ce nouveau moyen de modifier ses opérations et leurs produits ?

J'ai découvert que le galvanisme, quand on ralentit sa marche par quelque obstacle, a la propriété d'entraîner avec lui certaines particules des corps qu'il traverse. Mes expériences répétées à cet égard m'ont confirmé toujours cette importante vérité. Combien de phénomènes embarrassants ne seront-ils point expliqués par elle ? et qui sait jusqu'où peuvent s'étendre, dans les grandes opérations de la nature, les effets de cette faculté singulière, alors qu'ils deviennent déja si manifestes dans nos simples et faibles appareils ?

Qu'on jette donc maintenant les yeux sur les différentes parties du globe : presque par-tout le sol est formé de couches successives de matières terreuses, salines, métalliques, bitumineuses, et autres ; presque par-tout peuvent s'y interposer en filets, en nappes, en torrents, des eaux diversement acidulées ; presque par-tout enfin se présentent des piles galvaniques, dans des dimensions variées : les unes gigantesques, incommensurables, occupent de grandes parties des vastes continents, et des chaînes immenses des montagnes qui les partagent ; d'autres, moins étendues, se renferment dans de petites îles, dans de faibles collines. Enfin peut-être les espaces les plus resserrés ont-ils aussi leur pile avec ses armatures, ses

conducteurs et ses courants. Chacune d'elles, outre le volume général, diffère encore par la disposition respective, le nombre et les proportions des éléments qui la constituent.

Ainsi, quand d'une part nous voyons les montagnes, par leurs sommets élevés, appeler les nuages dispersés au loin dans l'atmosphère, leur soutirer à grands flots l'électricité qui les surcharge, et rétablir presque toujours sans secousses violentes, l'équilibre nécessaire au maintien de l'ordre actuel du globe: nous voyons également ces montagnes préparer dans leurs flancs, et sans se reposer jamais, un agent aussi subtil, aussi puissant, et sans doute aussi nécessaire que le principe électrique, et qu'elles partagent constamment avec les diverses parties de la terre.

De ces innombrables et vastes laboratoires doivent partir sans cesse, et dans mille directions, d'immenses torrents de l'agent galvanique; et dès-lors ce principe, qui, dans nos petites machines parvient à nous donner des effets si étonnants, avec quel avantage ne pourra-t-il pas remplir diverses fonctions importantes dans l'économie générale du monde? Décomposer l'eau en contact avec des combustibles, donner en même temps naissance à des acides, à des oxides, et par suite à des sels de toute espèce, dégager des gaz, et soumettre ainsi la température générale à des variations considérables: voilà plusieurs de ces grandes opérations que la nature abandonne à divers ordres de puissances, parmi lesquelles

tout sans doute paraît assigner au galvanisme un des premiers rangs. Ecoutons à ce sujet l'illustre auteur de la Statique chimique. « La chimie a acquis par ses découvertes, qui font époque dans l'histoire des sciences, « un agent dont l'énergie sera peut-être portée à un degré qu'on ne fait qu'entrevoir, et qui donnera le moyen « de produire, dans la formation et la décomposition des « combinaisons chimiques, des effets inattendus, et supérieurs, dans quelques circonstances, à ceux qu'il est « possible d'obtenir de l'action du calorique. »

* Le galvanisme concourt-il à alimenter les feux des volcans par la décomposition des eaux de la mer ? s'unirait-il aux forces de la chimie pour précipiter certains sels, et même en dissoudre d'autres ? Nos données, sous

* L'on sera bien aise de trouver ici ce qu'ajoute ailleurs le même auteur, relativement à notre sujet. « Tous les effets chimiques, produits dans les substances soumises à l'action de l'électricité, me paraissent pouvoir s'expliquer « par la diminution de la force de cohésion, qui est un obstacle aux combinaisons qui tendent à former leurs molécules; mais il reste à déterminer les différences que peuvent présenter l'électricité positive et la négative. Les effets « chimiques de la pile de Volta peuvent être beaucoup plus considérables que ceux « de l'électricité ordinaire, quoique celle-ci soit douée d'une tension beaucoup plus « grande, parce que son action étant nécessairement interrompue, les effets chimiques qui exigent du temps pour se consommer ne pourraient que commencer « à s'exécuter, et seraient même détruits par le rétablissement subit du premier état du corps : au lieu que la permanence de l'action de l'appareil électromoteur, quoique plus faible à chaque instant, peut donner lieu aux changements chimiques qu'elle favorise, en diminuant les effets de la force de cohésion. *Statique chimique de M. Berthollet.* Paris, 1803, vol. I, pag. 363.

ces rapports, sont, je crois, encore trop vagues et trop peu nombreuses pour pouvoir, dans la plupart de ces cas, établir autre chose que des conjectures : aussi les diverses idées que je viens d'émettre ne mériteront-elles de confiance qu'à mesure que des faits multipliés leur en auront acquis. Alors peut-être, par des observations accumulées, l'on sera parvenu à isoler l'influence des différentes causes qui régissent la matière; alors peut-être on saura exactement où finit l'empire de la chimie et de la physique, où se borne la puissance de la vitalité, et jusqu'où s'étend l'influence de ces principes fugitifs qui semblent obéir à des lois toutes particulières. Alors peut-être, pendant que le fluide électrique régnera spécialement dans les couches élevées de l'atmosphère, et disposera des météores, le galvanisme, élaboré sans cesse dans les entrailles de la terre, ou dans le sein des êtres vivants qui en habitent la surface, et distribué en tous sens par de nombreux canaux, portera son action d'une manière plus spéciale sur l'organisation intime du globe, et modifiera plus ou moins puissamment les végétaux et les animaux.

---

L'on connaît les rapports du magnétisme avec l'électricité ; les belles expériences d'Æpinus, de van Swinden, de Cavallo, de Coulomb, prouvent la correspondance étroite qu'il y a entre ces deux fluides d'une manière assez concluante. La foudre, en frappant un navire, a plusieurs fois changé la direction des pôles de l'aiguille aimantée : ce qui démontre l'influence de l'électricité sur le magnétisme. J'ai cru convenable d'exposer ce dernier principe à l'action des appareils galvaniques.

J'ai donc composé une pile de cinquante plaques de cuivre et autant de zinc, de trois pouces de diamètre, percées au milieu par une ouverture d'un pouce et demi. J'avais, par cette disposition, un appareil analogue au *puits électrique;* de sorte que je pouvais soumettre de la manière la plus intime une colonne d'air à l'action du courant galvanique. Dans la cavité de cet instrument, utile d'ailleurs à d'autres expériences, j'ai introduit des aiguilles d'acier pour voir si elles deviendraient magnétiques, et d'autres déja aimantées pour découvrir si leur propriété pôlaire y subirait quelque changement. Mes résultats ont été si faibles que je n'osai en tirer aucune conclusion décidée; ils furent un peu plus satisfaisants quand je laissai les aiguilles exposées pendant très-long-temps au courant d'une forte pile ; mais la trop prompte oxidation des métaux, et la nécessité de remonter trop fréquemment l'appareil, m'empêchèrent de poursuivre les épreuves assez loin pour en établir des conséquences bien rigoureuses.

Voici un procédé qui est, à mon avis, plus simple et plus commode. M. Mojon, qui en est l'auteur, a bien voulu m'en faire part tout récemment.

Ayant placé horizontalement des aiguilles à coudre, très-fines, et de la longueur de deux pouces, il en a mis les deux extrémités en communication avec les deux pôles d'un appareil à tasses de cent verres: au bout de vingt jours il a retiré les aiguilles un peu oxidées, mais en même temps magnétiques, avec une pôlarité très-sensible. Cette nouvelle propriété du galvanisme a été constatée par d'autres observateurs, et dernièrement par M. Romanesi, physicien de Trente, qui a reconnu que le galvanisme faisait décliner l'aiguille aimantée.

L'appareil de la pile creuse, décrit plus haut, m'a servi à faire d'autres essais, tendants à évaluer l'action du galvanisme sur des substances diverses. J'y ai plongé un tube de cristal d'un diamètre égal à celui de la pile, et rempli d'une dissolution de muriate de soude. Au premier moment le tuyau ne parut pas chargé de l'influence galvanique; mais quelques minutes après il manifesta une vive action galvanique, à l'approche d'une grenouille préparée du niveau de l'eau salée (pl. 7, fig. 8.)

A cette occasion, on a observé constamment qu'en approchant deux fois de suite une grenouille préparée du niveau de l'eau contenue dans le tube de verre, on avait toujours les contractions au premier attouchement, mais jamais au second : les contractions étaient renouvelées seulement lorsqu'un intervalle suffisant de temps permettait au tube de se charger de nouveau de l'influence galvanique. J'ai montré publiquement à Bologne la construction de cet appareil, à une séance de l'Institut, au commencement de 1802. Je me réserve de décrire ailleurs d'autres phénomènes, après les avoir constatés et développés davantage.

---

# RÉSUMÉ

## DE M. WILLIAM NICHOLSON*,

### TRADUIT DE L'ANGLAIS,

Concernant les dernières expériences galvaniques faites à Londres par le professeur ALDINI.

« MONSIEUR Aldini, professeur en l'université de Bologne, et neveu du célèbre Galvani, après avoir fait ses expériences à l'Institut national de France, est venu à Londres : il y a donné exactement le détail de ses expériences et de ses découvertes à la Société Royale, où il a lu un mémoire très-intéressant sur ce sujet. C'est avec plaisir que je viens faire part de quelques-uns des principaux faits qu'il a bien voulu me communiquer, et qui peuvent jeter un grand jour sur des phénomènes de la nature les plus difficiles à expliquer.

« Quelques physiciens ont considéré les métaux comme n'étant pas nécessaires au développement du galvanisme ; et M. Davy l'a démontré par le moyen d'une pile qu'il a imaginée lui-même. On savait aussi que la matière électrique ou galvanique pouvait s'exciter et s'accumuler dans le corps des animaux, et qu'elle devait être considérée comme la cause principale du mouvement musculaire, des sensations, et d'autres effets très-intéressants, mais pas encore assez connus. Le professeur Aldini a le mérite d'avoir placé cette proposition au rang des vérités adoptées : il est parvenu à exciter les contractions

* Ce Résumé, fait par un savant distingué, présente en abrégé une analyse exacte des principaux phénomènes galvaniques, et de ma théorie, proposés dans l'Essai que je viens d'achever. C'est le motif qui m'engage ici à en donner connaissance à mes lecteurs.

musculaires par la seule application des nerfs d'une grenouille préparée aux muscles qui sont en correspondance du même amphibie, après avoir éloigné tout soupçon de quelque stimulant produit par l'attouchement. Il a aussi excité des mouvements par la seule influence galvanique chez les animaux à sang froid, par le moyen de ceux à sang chaud : cette expérience est tout-à-fait nouvelle. Ayant pris la tête d'un bœuf récemment assommé, il a appliqué un doigt trempé dans l'eau salée à la moelle épinière, tandis que de l'autre main il tenait les muscles préparés d'une grenouille, de façon à les mettre en contact avac la langue du bœuf : toutes les fois que le contact avait lieu, il se manifestait dans la grenouille de très-fortes contractions Si l'on formait une chaîne de différentes personnes mises en communication avec les mains, le même effet avait lieu ; mais le contact n'en produisait plus aucun, lorsque la chaîne était interrompue. Dans cette expérience il est constaté que le systême animal a tenu lieu de la pile métallique, d'où il suit que la production du galvanisme par la seule énergie des forces vitales, est ainsi évidemment démontrée.

« Le professeur Aldini a dernièrement répété une série d'expériences à Oxford devant les docteurs Pegg et Bancroft, à qui il a aussi fait voir que les nerfs d'une grenouille bien préparée, et approchés des muscles d'un animal à sang chaud, obéissent à une véritable attraction : cette expérience, inconnue jusqu'à présent aux physiologistes, a été confirmée dernièrement à Florence par le célèbre Félix Fontana. Le galvanisme prouve par tous ces résultats que l'électricité animale n'est pas purement passive, mais que probablement elle est la cause qui produit la plus grande partie des fonctions de l'économie animale. Le pouvoir du galvanisme ne se borne pas seulement à exciter des mouvements musculaires, il paraît encore jouer un grand rôle dans le mécanisme des sécrétions. Le professeur Aldini a cru devoir avancer cette conjecture, après avoir vu que l'urine, exposée à l'action de la pile, laissait précipiter différents principes

combinés dans cette liqueur : ce fait a été regardé comme de la plus grande importance par Sennebier et Jurine, savants distingués de Genève.

« Le professeur Aldini a fait un très-grand nombre d'expériences qui attestent que le galvanisme est le plus puissant de tous les stimulants connus dans la nature. Dans le courant de janvier et de février de l'an 1802 il a fait à Bologne l'application du galvanisme aux corps de criminels suppliciés, et, moyennant l'action de la pile, il a obtenu des contractions vraiment étonnantes. Ce stimulant a ranimé le reste de la vitalité en produisant des grimaces horribles sur la face, et des mouvements effrayants dans tout le corps. Il parvint à faire élever à la hauteur de huit pouces l'avant-bras d'un cadavre une heure et quart après la mort, quoiqu'on eût mis dans sa main un poids assez considérable, telle qu'une tenaille de fer : cette expérience a été constatée en plusieurs endroits, et récemment à Turin par les professeurs Giulio, Vassalli et Rossi. De pareilles observations n'ont pas pour objet une simple curiosité : elles offrent encore un moyen très-puissant, dont on ne saurait trop faire usage, pour le bien de l'humanité, dans les affections paralytiques, et dans les asphyxies.

« Le professeur Aldini, pendant son séjour à Londres, a communiqué à plusieurs médecins ses observations, et les applications qu'il avait faites de ce nouveau stimulant à Paris, dans l'hospice de la Salpêtrière, en présence du docteur Pinel. L'application du galvanisme dans la *vésanie*, ou folie mélancolique, est absolument nouvelle, et d'un très-grand intérêt; il a guéri parfaitement deux malades à Bologne affectés de cette maladie : le détail des moyens curatifs qu'il a employés est d'autant plus intéressant que la médecine offre fort peu de ressources contre de pareilles affections.

« Le galvanisme paraît aussi convenir dans les apoplexies : M. Aldini est d'avis que l'on pourrait y recourir dans les cas de submersion.

Il a fait part ici de ses idées à une société philanthropique *, dévouée au secours de ces infortunés. Une expérience qu'il a faite dernièrement à Paris, à l'hospice de la Charité, a beaucoup augmenté son espoir pour le succès de cette application. Il a démontré à un grand nombre d'élèves que le galvanisme, appliqué à la moelle épinière et aux intestins d'un chien décapité, a pu produire dans les poumons une action si vive, que l'air en sortant de la trachée artère a eu la force d'éteindre deux fois de suite une bougie qu'on avait approchée. Ainsi dans tous les cas de submersion ou d'asphyxie, lorsqu'il sera nécessaire d'exciter ou de ranimer l'action des poumons, le galvanisme pourra être employé avec le plus grand succès.

« Plusieurs précautions n'en sont pas moins indispensables quand il s'agit d'administrer ce puissant remède, tant dans la *vésanie* que dans l'apoplexie : elles seront très-exactement détaillées dans un ouvrage que le professeur Aldini a promis de publier avant son retour en Italie. En attendant, j'espère que mes lecteurs me sauront gré de leur avoir donné d'avance l'aperçu des travaux de cet habile physicien sur un objet qui a pour but d'étendre les connaissances physiologiques, et qui fait entrevoir un moyen de plus à opposer aux maux qui affligent l'humanité.

* Cet établissement respectable, connu sous le nom de HUMAN SOCIETY, est sous les auspices du gouvernement, et réunit des médecins du plus grand mérite.



FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

# ESSAI

## THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL

# SUR LE GALVANISME.

SECONDE PARTIE.



# INTRODUCTION.

Les Mémoires que je vais publier dans ce volume ne contiennent que des éclaircissements et des développements de mon Essai sur le galvanisme : ils peuvent en être considérés comme une suite nécessaire ; ils doivent en conséquence être compris sous le même titre, comme formant une véritable partie du même ouvrage. Plusieurs raisons m'ont déterminé à les publier séparément: la principale est que quelques faits qu'ils contiennent me paraissent encore susceptibles d'un plus haut degré de probabilité et d'exactitude, avant de pouvoir être admis dans un corps de doctrine. J'ai jugé cependant convenable d'offrir ces nouvelles recherches aux méditations des savants, comme le moyen le plus assuré de leur acquérir la mesure de confiance qu'elles doivent atteindre pour consolider un jour cette nouvelle branche de la science.

Qu'il me soit maintenant permis de parcourir



avec rapidité les principaux objets qui sont traités dans cette dernière partie de mon Essai sur le galvanisme. J'avais déja fait plusieurs expériences à la mer pour évaluer la vitesse avec laquelle l'influence galvanique parcourt de grands espaces au travers de ses eaux. Dernièrement j'ai tenté des expériences comparatives sur la Seine et sur la Marne. Ces observations rapprochent de beaucoup les propriétés du galvanisme de celles de l'électricité générale, et forment l'objet du premier Mémoire.

Quelques éclaircissements sur la théorie des sécrétions animales m'ont occupé dans le second. Je ne prétends point m'appuyer des expériences de plusieurs physiologistes, ni même des miennes sur le système glandulaire, à l'aide du galvanisme, pour combattre les opinions déja établies sur les sécrétions : je me bornerai à l'exposition des faits. C'est sur eux que j'ai élevé mon opinion particulière ; il reste maintenant aux physiciens et aux physiologistes à analyser mes conjectures, et à faire connaître leur jugement.

Des vues philanthropiques m'ont déterminé à faire une suite d'expériences sur un criminel exécuté à Londres par le supplice de la corde; je m'y suis livré avec d'autant plus de courage, qu'elles n'avaient pas encore été entreprises. Le troisième Mémoire en donnera les détails. J'ai associé le galvanisme à d'autres stimulants pour en évaluer l'énergie respective et simultanée; les résultats les plus satisfaisants m'ont engagé à proposer l'emploi de ces moyens combinés dans le cas d'asphyxie. J'ose espérer que les médecins trouveront ici un agent des plus énergiques pour rappeler les forces presque éteintes de la vie. Quoique le galvanisme soit un principe inhérent à la machine animale, il est néanmoins en notre pouvoir d'augmenter et de rendre plus sensible son action par les nouveaux procédés empruntés de la physique.

La torpille, le gymnotus électrique, le silurus, étudiés dans leurs rapports avec le galvanisme, forment le sujet du quatrième Mémoire. Les animaux doués au plus haut degré d'énergie, d'une faculté qui peut-être ne leur est pas ex-

clusive, présentent de véritables piles animales, formées des mains de la nature, et accompagnées de phénomènes égaux à ceux de nos appareils galvaniques artificiels. Un tel objet sans doute était digne des recherches de Galvani : aussi avait-il consacré les derniers jours de sa vie à d'ingénieuses expériences, qui peut-être conduiront un jour les physiologistes à résoudre les plus grands problêmes de la vie animale. Je me félicite de pouvoir faire connaître ici ses travaux, et de les lier à l'état actuel de nos connaissances, pour en déduire ensuite des conséquences générales.

J'ai examiné, dans un autre Mémoire, le pouvoir conducteur de la flamme, les phénomènes des attractions électriques, et les formes diverses imprimées aux corps par différentes électricités; et je finis par m'occuper de la construction d'une nouvelle bouteille de Leyde. Cet opuscule, que Galvani n'a pas jugé indigne de l'attention du public, occupe une place dans son dernier ouvrage qu'il fit imprimer en 1797. Je le reproduis aujourd'hui, augmenté d'obser-

vations sur la flamme, faites à Oxfort avec le professeur Christophe Pegg, et d'autres faites à Londres avec M. Culthbertson.

Ceux qui connaissent l'histoire du galvanisme se rapelleront sans doute de l'époque où l'on prétendait expliquer les contractions musculaires par l'action exclusive d'une électricité métallique. Cette espèce de révolution dans le système de Galvani vint à ma connaissance lorsqu'il me prodiguait ses soins dans une fièvre adinamique, du caractère le plus meurtrier. Echappé par ses efforts à une mort presque inévitable, je m'occupai d'abord avec zèle d'un travail à l'appui d'une doctrine dont je restais convaincu malgré les attaques qu'on lui avait portées. J'étais bien aise de pouvoir ainsi rendre hommage à la vérité, et de donner en même temps à Galvani un témoignage public de ma reconnaissance. J'entrepris donc et publiai en 1794 des expériences propres à démontrer que l'on obtenait des contractions musculaires avec un seul métal, et qu'on pouvait les reproduire en faisant usage de deux métaux hétérogènes,

dont l'électricité était préalablement mise en équilibre. L'on verra la série de mes expériences dans mon Mémoire, traduit du latin avec beaucoup d'exactitude, et enrichi de plusieurs notes par M. Dessaix. Je dois consigner ici les obligations que j'ai à MM. Reynold et Humboldt, pour avoir appuyé et agrandi mon travail par une longue suite de faits curieux, et d'observations nouvelles.

L'ouvrage sera terminé par les expériences que j'ai faites à l'Ecole vétérinaire d'Alfort avec plusieurs membres de la Société galvanique, dans l'intention de connaître les effets du galvanisme sur de grands animaux. J'y ajouterai encore d'autres Mémoires et quelques lettres concernant la science galvanique, que je tiens de plusieurs savants qui m'honorent de leur correspondance, et qui m'ont aidé de leurs lumières.

---

# ESSAI
## THÉORIQUE ET EXPÉRIMENTAL
# SUR LE GALVANISME.

---

## MÉMOIRE I.er

*Concernant le passage du galvanisme à travers une partie de l'Océan et des rivières.*

Les rapports intimes qui existent entre les effets du galvanisme et ceux de l'électricité générale exigeaient qu'on examinât l'influence du galvanisme à travers une vaste étendue d'eau. Les expériences faites au lac de Genève par les célèbres frères de Luc, à l'aide de l'électricité artificielle, et celles que des physiciens anglais ont essayées sur la Tamise, en faisant traverser à ce fluide un grand espace d'eau, m'ont engagé à tenter des expériences analogues, non sur des lacs ni sur des rivières, mais sur la mer même, en comprenant ses eaux dans l'arc qui devait transporter le courant galvanique.

De savants physiciens, auxquels je communiquai mon



projet, voulurent bien me faire part de leurs doutes à cet égard : savoir, que la vaste étendue de la mer pourrait peut-être anéantir le pouvoir conducteur, détourner sa force, ou empêcher son action.

Mon passage à Calais m'a fourni une occasion favorable de répondre par l'expérience à toutes ces objections.

M. Sept-Fontaines, très-distingué par ses connaissances en physique, voulut bien se joindre à moi et me prêter beaucoup de moyens pour exécuter mon projet. M. Chely, officier de santé, prépara tous les instruments relatifs aux expériences; et M. Debaudre, ingénieur du port, disposa la manœuvre nécessaire, afin d'arranger de la manière la plus convenable les arcs galvaniques.

Pour combiner les circonstances les plus avantageuses au succès de l'entreprise, il fallait avoir la mer tranquille : tout favorisa l'expérience. Le 27 février le ciel fut aussi pur qu'on pouvait le desirer; les eaux étaient calmes, et présentaient un passage facile aux bateaux qui traversaient d'un côté à l'autre pour la correspondance des opérations. Un vent léger souffla du sud-ouest; la mer était pleine, sa température à 8,6 degrés du thermomètre centigrade; l'atmosphère à 9,7 degrés; le baromètre à 771,5 millimètres.

*Disposition des appareils galvaniques.*

Le Fort-Rouge et la jetée d'Ouest m'ont présenté deux points fixes très-propres à faire passer le courant galvanique à travers un grand et profond intervalle de mer. Une colonne galvanique de 80 plaques d'argent et de zinc

fut placée au mousoir de la jetée d'Ouest sur un tabouret isolé, et les animaux qui devaient ressentir la commotion étaient situés au Fort-Rouge; la chaîne galvanique était composée du trajet de mer qui sépare le Fort-Rouge de la jetée d'Ouest, et de trois fils d'archal disposés de la manière suivante.

Le premier fil partait de la base de la pile, et, porté par un isoloir, tombait verticalement dans la mer, à trois brasses environ de profondeur.

Le second fil, également isolé, partait du sommet de la pile, et se prolongeait horizontalement à deux ou trois mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer, jusqu'à la plate-forme du Fort-Rouge.

Un troisième fil, toujours isolé, et placé à un angle de la plate-forme, descendait perpendiculairement dans la mer de la même manière que le premier.

### I.ère EXP.

Les choses ainsi disposées, si une personne, de la plate-forme, touchait l'extrémité du second et du troisième fil, et complétait ainsi le cercle galvanique, elle ressentait alors une commotion; si, au lieu des personnes achevant la chaîne galvanique, l'on substituait des animaux récemment tués, ils étaient de même vivement affectés. Nous en avons conclu aussitôt que la portion de l'eau de la mer qui se trouvait entre la pile et l'animal frappé de l'action, faisait incontestablement partie du cercle galvanique : tel a été le corollaire naturel que nous avons

cru pouvoir tirer de cette expérience. L'intervalle d'eau était d'environ cinquante mètres.

Nous avouerons avec ingénuité qu'en répétant les expériences nous avons vu qu'il n'était pas essentiel, pour avoir la commotion, de tenir dans les mains les deux conducteurs, mais qu'il suffisait de toucher le seul fil d'archal qui répondait au sommet de la pile. Cette anomalie apparente troubla d'abord le résultat de mes recherches; aussi soupçonna-t-on que les commotions reçues auparavant avaient été transmises indépendamment de la communication de la mer : il fallut donc alors éloigner ces doutes par des expériences nouvelles.

### II. EXP.

J'ai essayé séparément dans la plate-forme l'action des deux fils conducteurs, et j'ai aperçu qu'en touchant celui qui tombait à la mer, on n'avait jamais la commotion : alors j'ai pris dans l'autre main celui qui répondait au sommet de la pile, et, ayant ainsi équilibré son action, j'ai ressenti la secousse : preuve que l'influence galvanique prenait son courant de la base de la pile pour traverser l'eau de la mer.

### III. EXP.

M. Sept-Fontaines proposa d'abaisser jusqu'au niveau de la mer le fil d'archal qui, partant du sommet de la pile, venait au Fort-Rouge. L'action du galvanisme s'arrêta à l'instant, et parut de nouveau en rétablissant le

conducteur dans sa première position. Ainsi, malgré l'énorme masse d'eau qui séparait les deux conducteurs métalliques, malgré l'agitation produite par la marée, le galvanisme ne trouva point d'obstacles à s'y propager, et à poursuivre sa direction.

Il est évident, d'après tous ces faits, que, quoique les expériences décrites plus haut soient analogues à celles faites autrefois avec la bouteille de Leyde sur les lacs et les rivières, elles sont néanmoins nouvelles dans leur genre, et qu'ainsi elles pourront contribuer à mieux établir la correspondance qui existe entre les propriétés de l'électricité générale et celles du galvanisme; j'ose même espérer que ces expériences, poursuivies et variées avec soin, pourront amener à des connaissances très-intéressantes en physique.

### IV. EXP.

Après les observations faites au Fort-Rouge, M. Sept-Fontaines et moi allâmes à la jetée d'Ouest pour essayer la force de la pile indépendamment de la mer: nous éprouvâmes une action plus vive, d'où nous jugeâmes que quoique le galvanisme traversât la mer, son action s'était néanmoins affaiblie. Il est à présumer qu'en propageant dans la mer l'influence galvanique à des distances graduellement augmentées, on trouvera un point qui répondra au *minimum* de l'action, où elle ne sera plus sensible : cette distance est encore à déterminer par de nouvelles observations. Il reste de même à constater avec précision la

différence de la propagation du galvanisme et de l'électricité dans l'eau salée et dans l'eau douce *.

V. EXP.

J'ai reconnu que les bords de la mer, encore humides du baissement de la marée, transportent aisément l'influence galvanique à de très-grandes distances. J'ai répété plusieurs fois mes tentatives à cet égard, conjointement avec M. Bastide, médecin à Calais; il me confessa avoir éprouvé de si fortes secousses, qu'il s'en ressentait encore le jour suivant.

VI. EXP.

J'ai rendu plus sensible l'action du galvanisme dans l'expérience précédente par le procédé suivant. Un fil

* A l'époque de la découverte de l'expérience de Leyde, MM. de Luc frères imaginèrent de faire une belle expérience à Genève, leur patrie, en formant la plus grande partie du circuit galvanique avec les conduits souterrains des eaux qu'une machine hydraulique fait monter du Rhône jusqu'à la partie la plus élevée de la ville, à la hauteur de 140 pieds; là elles atteignent un réservoir qui fournit l'eau aux fontaines publiques; un fil d'archal isolé se terminait à l'une des surfaces de la bouteille de Leyde, tandis que l'autre surface était mise en communication avec le fleuve; c'était auprès de l'une des fontaines que se trouvait l'interruption du circuit, et là on éprouvait la commotion en tenant d'une main l'extrémité du fil d'archal, et en plongeant l'autre dans l'eau du bassin. Une expérience analogue fut faite ensuite à Londres : la partie métallique du circuit fut établie sur toute la longueur du pont de Westminster, et la Tamise dans sa largeur formait la partie aqueuse de ce circuit. Ces expériences ont été répétées aussi à Paris.

métallique isolé communique d'une part au sommet d'une pile, dont la base est plongée dans l'eau, tandis que l'autre extrémité, à la distance de cent pieds et même davantage, aboutit dans un vase de verre plein d'eau de la mer qu'une personne tient à la main. Dans cet état, si un ou plusieurs individus, ayant leurs chaussures légèrement humectées de l'eau du rivage, viennent à toucher d'une main l'eau contenue dans le vase de verre, ils ressentent une forte secousse.

Je me propose de mieux développer ailleurs les circonstances et les modifications de cette expérience; je me réserve aussi alors d'exposer les résultats de l'action de l'atmosphère galvanique, en ne plongeant que la base de la pile dans la mer, et en communiquant son action à des animaux placés à des distances variées. J'ai répété dernièrement une expérience comparative à cet égard à la Société galvanique, si zélée pour les progrès de cette branche des connaissances humaines.

Je passe maintenant à quelques expériences faites dernièrement dans l'eau pure. De retour de Calais, j'en tentai quelques-unes sur la Seine, et je vis que ses eaux transmettaient l'action galvanique d'une manière un peu différente de celle des eaux de la mer. Je m'étais proposé de déterminer avec précision ces modifications, lorsque étant allé à Alfort, je trouvai l'occasion favorable de répéter mes expériences dans la Marne, entre le moulin de Charenton et le pont au-dessus de la jonction de la Seine. Les eaux de la rivière étaient tranquilles, et permettaient

de se livrer à toutes les expériences ; les instruments nécessaires étaient soigneusement disposés ; un batelet préparé favorisait toutes les manœuvres convenables. C'est dans ces circonstances que le 21 de mai, en présence de M. Chabert, directeur de l'Ecole vétérinaire d'Alfort, et de MM. Godin frères, et d'autres professeurs et élèves du même établissement, j'entrepris les expériences suivantes.

### VII. EXP.

Je plaçai sur un tabouret isolé à l'un des bords de la rivière une pile composée de cent disques de zinc et de cuivre. Un conducteur partait de la base de la pile, et plongeait dans la rivière, tandis qu'un fil d'archal long d'environ cent mètres, s'élevait du sommet de la même pile, et était soutenu isolé dans son trajet. Alors un individu, sur un tabouret isolé, saisissait d'une main l'extrémité de ce dernier conducteur, tandis que de l'autre il formait le cercle galvanique en tenant une baguette métallique qu'il plongeait dans la rivière : et au moment même où le circuit galvanique était ainsi achevé, l'individu éprouvait une secousse très-marquée.

### VIII. EXP.

J'ai répété l'expérience précédente en substituant au fil métallique un fil de chanvre humecté par une dissolution de muriate de soude, ou par l'eau de la rivière : l'action du galvanisme a de même eu lieu dans ce cas ;

mais la rapidité du courant galvanique semblait un peu diminuée. Si l'on ôtait de la rivière la communication du conducteur qui allait à la base, ou celle de l'autre qui se portait au sommet de la pile, les commotions galvaniques alors se refusaient constamment; ce qui prouve que le courant galvanique était obligé de traverser les eaux de la rivière avec une très-grande rapidité.

### IX. EXP.

J'ai voulu tenter la contraction simultanée de la tête et du tronc d'un chien braque de la petite race, récemment tué, quoique ses parties fussent séparées entre elles d'un arc de près de 200 mètres. A cet effet un conducteur isolé partait du sommet de la pile, soutenu le long de la rivière par des supports de verre, et allait se terminer aux extrémités de l'animal; de sorte qu'en baissant le fil, la moelle épinière découverte entrait en contact avec l'eau de la rivière. Un pareil conducteur de métal, partant de la base de la pile, était appliqué aux muscles cervicaux restés avec la tête du chien, dont la langue était prolongée au dehors. L'appareil ainsi disposé, d'un côté la langue et de l'autre la moelle épinière du tronc du chien furent approchées de l'eau de la rivière : malgré la longueur du cercle que devait parcourir le courant galvanique, je vis des contractions simultanées très-sensibles dans la tête et dans le tronc.

X. EXP.

Un fil de fer d'un centimètre et demi d'épaisseur, long de cent mètres, soutenu de distance en distance au moyen d'isoloirs, à un mètre au-dessus du niveau de la rivière, portait à une de ses extrémités une clef ordinaire de fer, et de l'autre une grenouille préparée, dont les nerfs sciatiques étaient enveloppés d'une armature ou plaque d'étain. Dans l'instant que la grenouille touchait la surface de l'eau par l'armature des nerfs, une partie de la clef étant de même immergée dans la Marne, on apercevait une contraction bien sensible dans les muscles de la grenouille. Si l'extrémité de la corde ne plongeait pas dans l'eau, et qu'on mît en contact avec la rivière l'armature de la grenouille préparée, il n'était plus possible d'obtenir des contractions; car alors la partie de la rivière embrassée par l'étendue du fil ne formait plus une chaîne continue, ou un cercle qui permettait au courant galvanique de suivre sa marche ordinaire.

XI. EXP.

Pour éloigner encore davantage dans l'expérience précédente le soupçon des stimulus mécaniques, j'ai combiné différentes grenouilles, en sorte que la moelle de la première était unie par le moyen d'un simple fil aux muscles de la seconde; et la moelle épinière de celle-ci aux muscles de la troisième, et ainsi de suite. Il y avait dans cette expérience seulement deux armatures,

c'est-à-dire, l'étain appliqué à la moelle épiniere de la dernière grenouille, et le bout du fil métallique qui, étant appliqué aux muscles de la première, soutenait verticalement toutes les autres. La communication ainsi établie avec les deux armatures et les eaux de la rivière, toutes les grenouilles se contractèrent, quoique l'impulsion mécanique n'eût lieu que sur la première.

XII. EXP.

J'ai enfin tâché de faire communiquer les nerfs et les muscles d'une grenouille par le moyen d'un fil de chanvre d'environ trente mètres de longueur, humecté d'une forte dissolution de muriate d'ammoniac : il n'y avait point de métal ni dans les nerfs ni dans les muscles ni dans l'arc. Les contractions néanmoins se sont manifestées en approchant simplement le fil des nerfs et des muscles de la grenouille. Par ce moyen j'ai forcé un fluide qui tient à l'économie animale, à parcourir une distance donnée, et j'ai pu apprécier la rapidité de sa marche par une méthode différente de celle employée jusqu'à présent par les physiologistes.

De toutes ces expériences il résulte que le galvanisme parcourt, comme l'électricité, avec une rapidité étonnante de très-longs arcs conducteurs composés soit des eaux de rivière, soit de celles de la mer, ou d'autres substances analogues. Une telle rapidité doit cependant varier selon la différente force des appareils employés, et selon la facilité dont sont doués les corps qui doivent transporter

le courant galvanique. Ces variétés sont très-difficiles à être évaluées par les expériences.

Les tentatives du professeur Vassalli, publiées dernièrement à Turin, viennent à l'appui de mes observations. Il a pris des cordons d'or de deux millimètres (une ligne) d'épaisseur, et de la longueur de quinze mètres (46 pieds de Paris), et il a mesuré, par la sensation de l'éclair, le temps employé à les parcourir par le courant galvanique, au moyen d'une montre à secondes fixes. Plusieurs essais répétés lui persuadèrent, ainsi qu'à ceux qui l'assistèrent dans ses expériences, que le fluide d'une pile composée de 35 couples de disques de zinc et de cuivre, entremêlés de 25 disques de drap trempés dans une solution de muriate d'ammoniaque (dont il se sert ordinairement dans les expériences galvaniques), avait la vitesse de 15 mètres par seconde.

Il a répété l'expérience dans son cabinet de physique, avec un cordon d'or un peu plus gros, long de 64 mètres, isolé par des tubes de verre, en se servant d'une pile de 50 couples de disques des mêmes métaux. Il a trouvé que le temps employé par le fluide galvanique à parcourir la longueur de 64 mètres, n'était aucunement mesurable par le moyen d'une pendule qui faisait deux vibrations par seconde *.

Vassalli a fait passer à travers de l'eau un courant galvanique d'une pile de 50 couples; il fit une traînée

* *Bibliothèque italienne*, par MM. Giulio, Giobert, Vassalli-Eandi, et Rossi, vol. I, n.° 2, Turin, an XI.

sur une table de son cabinet, longue de 12 mètres, en communication avec le pôle positif, et il n'en éprouva point, ou seulement de faibles secousses, à l'instant même qu'avec un cordon d'or on touchait l'extrémité négative de la pile. Cette traînée aqueuse, mêlée à une solution de muriate d'ammoniaque, faisait éprouver une secousse plus vive dans l'instant du contact.

Ce phénomène est en correspondance avec mes observations faites à la mer, dont les eaux augmentaient de beaucoup les effets de l'influence galvanique.

L'on pourrait peut-être expliquer cette augmentation d'énergie, en supposant que le pôle négatif de la pile attire une plus forte quantité de galvanisme de la vaste étendue d'eau avec laquelle il communique. De cette manière l'on apercevrait la raison de l'affaiblissement de l'influence galvanique, lorsque la communication avec la mer n'existe plus. Ainsi, comme dans une bouteille de Leyde, la quantité du fluide dont elle est chargée est en rapport avec l'étendue de l'armature extérieure ; de même l'analogie promet de semblables résultats dans les appareils galvaniques. Je pense qu'il serait utile d'examiner les variations qu'il pourrait y avoir dans une bouteille de Leyde, ou dans un appareil électrique quelconque, au cas où leur sytême négatif serait mis en communication avec les eaux de la mer.

Je me réserve de faire mieux connaître les circonstances et les modifications des tentatives faites sur cet objet, aussitôt que je serai à même d'exécuter d'autres expériences

comparatives: je me propose aussi alors d'exposer les résultats de l'action de l'atmosphère galvanique dans la mer, sur plusieurs animaux, et spécialement sur les poissons, pour bien constater le degré de leur excitabilité à l'impression du galvanisme *. Il reste à présent à consulter la nature, en étendant ces recherches à la mer et aux rivières, à de plus grandes distances, afin de pouvoir mieux établir les petites différences dépendantes de la diversité des milieux, traversés par l'influence galvanique.

* Pour mieux connaître les expériences exposées dans ce Mémoire, voyez la planche 8.

# MÉMOIRE II.

Conjectures concernant l'action du galvanisme sur les sécrétions animales.

LA théorie des sécrétions animales, qui avait donné naissance à un grand nombre de questions physiologiques, semble avoir trouvé dans les expériences faites récemment avec les appareils galvaniques, des lumières que jusqu'à ce moment l'on avait en vain réclamées de l'anatomie, de la chimie et de la médecine.

L'on savait depuis long-temps que la commotion électrique accélérait la circulation du sang, et agissait d'une manière spéciale sur le système musculaire; mais l'on en ignorait les phénomènes que l'électricité nous a présentés depuis dans les organes sécréteurs, ainsi que dans les humeurs animales.

La pile galvanique nous offre une action très-puissante, principalement sur le système animal, et des effets que l'on aurait de la peine à obtenir de la machine électrique ordinaire.

Quelques physiciens trouveront surprenant, et peut-être même un peu bizarre, de supposer que les diverses liqueurs animales soient séparées du système glanduleux par une propriété galvanique, existante soit dans les glandes elles-mêmes, soit dans le sang qui les traverse, ou

mieux encore dans les ramifications nerveuses dont elles sont garnies. Mais si l'on examine avec impartialité les expériences faites sur la machine animale au moyen de différents appareils galvaniques; si l'on considère les conjectures très-ingénieuses proposées à ce sujet par mon zélé collaborateur le docteur Benoît Mojon, dans un Mémoire qu'il a lu à la Société galvanique de Paris, l'on verra que cette nouvelle hypothèse mérite peut-être quelque supériorité sur celles qu'ont proposées Van-Helmont, Willis, Descartes, et nombre d'autres physiologistes.

M. Larcher Daubancourt ayant soumis plusieurs liquides animaux à l'action de la couronne à tasses, a observé qu'ils éprouvaient différentes altérations. L'urine, par exemple, laissait précipiter de l'urée et de la matière calcaire; la bile et le lait, de l'albumine, etc. J'ai aussi démontré à plusieurs Sociétés savantes de Paris et de Londres que la pile métallique a la propriété de faire précipiter différents principes salins ou terreux de l'urine, et que la bile est aussi altérée par cet agent.

M. Larcher a observé de plus que les liquides qu'il avait soumis à l'action galvanique, ne s'étaient pas putréfiés. Ce phénomène lui a fait soupçonner qu'on pourrait attribuer au galvanisme une propriété antiputride; mais, comme ce simple doute a été converti plusieurs fois en axiôme physico-médical, applicable aux maladies putrides; et comme c'est, à mon avis, s'exposer à de grands dangers que de vouloir appliquer aux vivants une théorie très-incertaine encore dans le corps mort, je crois qu'il

ne sera pas hors de propos d'insérer dans ce Mémoire une expérience faite à Paris par le docteur B. Mojon, ayant pour but de décider cette question.

Il a formé une pile de 100 disques de zinc et de cuivre, en y mettant pour corps humide la partie charnue des muscles du bas-ventre d'un individu mort depuis 28 heures. Il a mis ensuite en communication les deux extrémités de cette pile avec un fil de laiton, pour former un courant continuel de galvanisme, à une température de 28 degrés au-dessus de zéro du thermomètre de Réaumur. Au bout de deux jours la chair interposée entre les disques métalliques de la pile n'avait subi aucune altération, tandis qu'un morceau de muscle du même cadavre, qu'il n'avait pas soumis à l'action de la pile, était déja devenu livide, et dégageait une forte odeur ammoniacale. Mais, ce qu'il y a encore de remarquable, c'est que la chair qui faisait partie de la pile, et qui n'avait pas encore été altérée, commença à éprouver la fermentation putride dès qu'elle fut soustraite de l'action galvanique.

Il paraîtrait d'abord que l'on pourrait conclure de cette expérience que le galvanisme empêche la putréfaction des substances animales, en leur donnant en même temps une disposition à se putréfier beaucoup plus promptement lorsqu'elles ne sont plus exposées à son action. Cependant, si nous faisons attention à toutes les circonstances qui ont eu lieu dans cette expérience, nous verrons, comme le dit très-bien le docteur B. Mojon, que ce n'est pas au fluide de la pile que l'on doit attribuer une

propriété antiputride, mais plutôt à la grande affinité que les plaques métalliques, composant la pile, ont pour l'oxigène qui, étant absorbé par les métaux, ne peut se porter sur les substances animales pour y former du gaz acide-carbonique, de l'acide nitreux, de l'eau, et d'autres combinaisons qui ont toujours lieu dans la décomposition putride. J'espère qu'on me passera cette petite digression, que je n'ai faite que pour montrer combien il est utile d'associer quelquefois des explications chimiques aux expériences physiques, afin de ne pas attribuer avec trop de facilité à certains corps des propriétés qu'ils ne possèdent pas.

Si l'on fait passer la commotion de la pile à travers les glandes parotides, il en résulte une abondante sécrétion salivaire, comme viennent de l'observer à Gènes les professeurs Brugnatelli et J. Mojon, sur la tête de deux bœufs. Ces physiciens voulurent s'assurer que la salive obtenue ne dépendait pas de la compression qu'exerçaient les muscles des joues sur les parotides, mais bien qu'elle était l'effet d'une action particulière du galvanisme sur ces glandes mêmes ; ils ont ôté les muscles massétères, et les buccinateurs, et ils ont appliqué les arcs conducteurs aux parotides mêmes, et à leurs conduits excréteurs. Peu de temps après cette application, l'excrétion de la salive s'est manifestée en abondance. J'ai aussi remarqué plusieurs fois un phénomène pareil dans mes expériences sur les décapités. On peut, de la même manière que l'on obtient la salive, se procurer de la bile, de l'urine, et d'autres

fluides, en soumettant à l'action de la colonne métallique les viscères destinés à les sécréter.

J'ajouterai ici un phénomène très-curieux concernant les sécrétions. Si l'on met les deux pôles de la colonne de Volta en contact avec les viscères d'une grenouille, on voit blanchir leur surface à l'endroit où touche le pôle de cuivre; il y a apparence de production d'un mucus blanchâtre. Quelques personnes ont pensé qu'il pouvait être produit par une espèce d'expression du tissu contractile des organes, ou par un mouvement intérieur, causé par l'agent galvanique ; d'autres avec moi ont soupçonné qu'il pouvait y avoir un changement chimique dans le fluide qui lubrifie les surfaces séreuses et muqueuses.*

Toutes ces observations montrent évidemment que le galvanisme exerce une action particulière sur les liquides animaux, et sur le système glanduleux; et cette action offre un champ vaste de recherches utiles au philosophe observateur des fonctions animales. Je ne prétends pas affirmer que les sécrétions se font purement par une action galvanique ; je me garderai aussi d'adopter l'opinion des physiciens qui ont considéré le corps humain comme une bouteille de Leyde : mais on me permettra de supposer qu'il existe en nous un fluide qui se transmet principalement des nerfs aux muscles; de regarder, d'après cette supposition, tous les êtres vivants comme autant de piles

* Voyez le *Journal du galvanisme*, rédigé par M. Nauche, n.° III.

*Experiments on galvanism*, by professor Aldini, described in the philosophical Magasin of Alexander Tilloch, January, 1803.

animales, et de croire que ce fluide a sur tous nos liquides et sur les organes sécréteurs une action dont les effets nous sont encore inconnus. On pourrait aller plus loin, et considérer toutes nos glandes comme autant de réservoirs du galvanisme, qui, accumulé dans une partie plus que dans l'autre, rendu plus ou moins libre, et modifié en différentes manières, donne au sang qui parcourt la totalité du systême glanduleux, le moyen de subir tous les changements qu'il éprouve par différentes sécrétions.

Les divers corps glanduleux du systême animal sont destinés à séparer des liqueurs particulières qui semblent s'éloigner plus ou moins de la nature du sang d'où elles proviennent, suivant que ces glandes sont pourvues d'un plus ou moins grand nombre de ramifications nerveuses. Nous voyons en effet que l'humeur de la transpiration, qui diffère très-peu du *serum* du sang, est séparée ou par les extrémités capillaires des artères, ou par de très-petits points glanduleux et cutanés, qui ne sont pourvus que d'une très-légère ramification nerveuse, tandis que les viscères, où ces ramifications nerveuses sont en plus grand nombre, séparent des humeurs d'une nature très-éloignée de celle du sang. Nous en avons un exemple dans les testicules, que les anatomistes regardent avec raison comme l'appareil sécréteur le plus abondamment pourvu de nerfs : l'humeur qu'ils séparent, diffère extrêmement du sang et des autres liquides animaux, tant par sa quantité que par ses propriétés.

Les glandes les plus simples, celles de la transpiration,

et les plus compliquées, celles de la génération, forment les deux extrêmes d'une échelle sur laquelle on pourrait graduer tout le système glanduleux : il serait très-important d'examiner dans chaque échelon la quantité des ramifications nerveuses qui lui appartient, ainsi que la qualité et les propriétés des sécrétions qui forment le corps glanduleux qui la produisent. Mais si nous regardons tous les nerfs comme autant d'agents du galvanisme, il est certain que les glandes, fournies d'un plus grand nombre de filaments nerveux, doivent être pourvues d'une grande dose de galvanisme, destinée à produire dans le sang qui traverse ces glandes diverses modifications, dont l'intensité doit être proportionnée à l'abondance de l'agent galvanique.

Pour mieux développer cette hypothèse, et pour lui donner plus de force, il faudrait faire des applications très-variées et très-nombreuses de la pile, ou de tout autre appareil galvanique, aux glandes, et aux humeurs qu'elles fournissent, et en examiner attentivement les résultats. Mes travaux actuels sur un genre d'expériences qui intéressent de plus près le développement de nos connaissances sur la nature du galvanisme, ne me permettent pas pour le présent de m'occuper de ces recherches : je me bornerai donc ici à ramener l'attention des physiciens sur un point si important de la physique animale.

# MÉMOIRE III.

Sur des expériences galvaniques faites sur un supplicié pendu à Londres, le 17 janvier 1803.

Le spectacle de la mort a toujours porté l'effroi dans le cœur de l'homme sensible; le philosophe néanmoins est obligé d'étouffer ce sentiment pénible dans le desir d'être utile à ses semblables. L'horreur redouble encore à l'aspect du cadavre d'un coupable que le glaive de la loi vient d'immoler ; mais, malgré la pitié qu'inspire à l'observateur ce lugubre tableau, l'espoir de reculer les bornes des connaissances humaines ranime son courage, et fait taire la voix de la nature. En effet c'est dans cette défection de toute action vitale que le médecin peut évaluer avec le plus d'avantage les moyens de suscitation propres à renouveler le jeu des forces, qui, loin d'être éteintes, ne seraient que suspendues; c'est également alors qu'il peut descendre jusqu'aux plus secrètes opérations de l'organisation, et qu'ayant considéré l'appareil destiné aux fonctions les plus importantes, il en conçoit et développe tout le mécanisme. Pénétré de l'importance de pareilles recherches, comme j'avais essayé en Italie l'influence du galvanisme sur plusieurs décapités, j'ai cru qu'il était utile de l'éprouver aussi sur des pendus.

J'ai saisi avec d'autant plus d'empressement l'occasion que m'a présentée le Collège royal des chirurgiens de Londres pour faire ces épreuves, qu'aucune n'avait encore été tentée jusqu'à ce jour.

Considérant le pendu qui a été soumis à mes essais comme étant asphyxié, je me crus obligé de lui administrer le traitement le plus convenable à son état : aussi ai-je passé une heure et demie sans faire aucune incision sur son cadavre.

Les asphyxies étant très-fréquentes en Europe, soit parmi les hommes qui parcourent habituellement les rivières et les mers, soit parmi les ouvriers des mines, ou ceux qui se sont imprudemment exposés à l'action du gaz acide-carbonique, ou de tout autre gaz délétère, j'ai pensé que la découverte d'un nouveau moyen propre à rappeler les asphyxiés à la vie, serait du plus grand avantage pour l'humanité. C'est donc vers ce but important que j'ai dirigé mes premières recherches.

Forster, pendu à Londres comme meurtrier, dans le courant de janvier dernier, a été le sujet de mes expériences. Il avait 26 ans ; il était d'une constitution robuste : son corps, après l'exécution, fut exposé pendant une heure sur la place de Newgate, le thermomètre de Réaumur étant au-dessous de zéro.

Cette circonstance, qui devait geler le cadavre, et qui était propre à faire perdre tout espoir de succès, m'aurait forcé de renoncer à toute expérience, si je ne m'étais rappelé d'avoir autrefois obtenu à Bologne des résultats

satisfaisants sur des décapités exposés à une semblable température. Suivant les lois de l'Angleterre, le cadavre fut remis à M. Keate, président du collège des chirurgiens de Londres, qui, d'après l'avis de cette honorable compagnie, aussi recommandable par ses lumières que par son humanité, voulut bien se prêter à mes recherches.

Trois cuves galvaniques furent mises en communication : j'estime qu'elles correspondaient à la force d'une pile de Volta de cent-vingt paires de disques de zinc et de cuivre. C'est à l'aide de cet appareil que j'ai entrepris les expériences dont je vais donner la description successive, et qui ont été faites en présence du président et des membres du Collège.

### I.ère EXPÉRIENCE.

Ayant appliqué deux arcs conducteurs correspondants aux deux pôles de l'appareil galvanique, l'un à la bouche, et l'autre à une oreille, parties qu'on avait humectées auparavant avec une dissolution de muriate de soude, les joues et les muscles de la face se sont horriblement contractés, et l'œil gauche s'est ouvert. J'ai observé qu'en administrant l'action galvanique par degrés, ces phénomènes avaient des intensités relatives à la quantité de plaques employées dans l'expérience.

### II. EXP.

Les arcs métalliques placés aux deux oreilles, un mouvement s'est manifesté sur la tête ; l'action convulsive

s'est propagée dans tous les muscles du visage; les paupières ont obéi à de fréquents clignottements, et les mouvements ont été encore plus manifestes en mettant une extrémité de l'arc en communication avec les narines, et l'autre avec une des oreilles.

### III. EXP.

Les conducteurs appliqués à une des oreilles et au rectum, ont excité des contractions assez fortes; l'action des muscles même éloignés des points de contact des arcs conducteurs, a été augmentée sensiblement, en sorte qu'il semblait y avoir une apparence de réanimation.

### IV. EXP.

Cela fait, j'ai voulu essayer le pouvoir des stimulants chimiques, et, à cette fin, j'ai versé de l'alkali volatil dans les narines et dans la bouche; mais je n'ai pu, avec l'attention la plus scrupuleuse, découvrir la moindre contraction, tandis que le stimulus galvanique en a constamment déterminé de très-fortes. L'association de ces deux agents, l'ammoniaque et le galvanisme, fixa mes regards; leur administration simultanée augmenta les convulsions; celles-ci se propagèrent aux muscles du crâne, de la face et du cou jusqu'au deltoïde. Des tentatives réitérées de la même manière, toujours par la combinaison des deux stimulants, ont constamment donné lieu à des contractions qui surpassèrent mon attente.

V. EXP.

J'ai ensuite établi une communication entre une oreille et le biceps brachial mis à nu par la dissection; il s'est produit, au moment du contact, de violentes contractions dans tous les muscles du bras, et principalement dans le biceps et le coraco-brachial.

VI. EXP.

Ayant fait une incision au poignet sur de petits filaments dérivés des nerfs radiaux, et ayant mis l'arc en contact avec eux, il se manifesta immédiatement une très-forte action des muscles de l'avant-bras. Dans cette expérience, comme dans la précédente, la seule humidité animale a suffi pour conduire le courant galvanique sans l'intervention de l'eau salée.

VII. EXP.

Les courts fléchisseurs et adducteurs du pouce furent découverts et soumis à l'action de l'appareil galvanique : leur contraction alla jusqu'à fermer la main avec un serrement assez considérable.

VIII. EXP.

Les effets du galvanisme, dans cette expérience, ont été comparés avec ceux des stimulants mécaniques et chimiques; et, à cet égard, la pointe du scalpel fut appliquée

aux fibres, et même introduite dans la substance du biceps brachial, sans qu'il en résultât le plus léger mouvement: il en fut de même en faisant usage de l'alkali volatil, et de l'acide sulfurique concentré ; ce dernier a corrodé les muscles sans mettre en jeu leur contractilité.

IX. EXP.

Ayant ouvert la poitrine et le péricarde, le cœur restant dans sa situation naturelle, j'ai tâché vainement d'exciter la contraction de ses ventricules : l'arc fut d'abord appliqué à sa surface, ensuite dans sa substance fibreuse, sur les colonnes charnues, la cloison des ventricules, et enfin sur le trajet des nerfs et des artères coronaires, sans qu'on pût apercevoir aucune action, même après avoir mouillé ces parties avec de l'eau salée.

X. EXP.

Dans cette expérience l'arc transporté sur le sinus droit, y produisit des contractions considérables, principalement dans l'appendice auriculaire; l'oreillette gauche se contracta plus faiblement.

XI. EXP.

Les conducteurs furent appliqués à la moelle de l'épine, et aux fibres charnues du biceps brachial, et ensuite au gastrocnemien : il n'y eut qu'une très-faible action dans les extrémités correspondantes.

## XII. EXP.

Le nerf sciatique étant mis à découvert entre le grand trochanter et la tubérosité de l'ischium, et l'arc étant établi entre la moelle épinière, et ce nerf dépouillé de son enveloppe, nous n'avons pu observer, à notre grand étonnement, aucune contraction dans les muscles, même en faisant usage de l'eau salée; mais ensuite, ayant fait communiquer en différentes manières un des conducteurs avec la membrane qui couvre le nerf sciatique, il s'est manifesté au moment une très-forte action.

Quoique cette expérience ait été répétée sur des chiens, elle mérite néanmoins d'être examinée avec de grands soins, pour mieux établir la différence dans le pouvoir conducteur des parties animales.

## XIII. EXP.

Ayant fait communiquer les arcs avec le nerf sciatique et le muscle gastrocnemien, j'ai obtenu fort peu d'action; ensuite du nerf sciatique au nerf péronien les contractions des muscles correspondants parurent de même très-faibles. J'observe que cette expérience a été faite long-temps après la mort.

## XIV. EXP.

Le nerf sciatique fut divisé vers le milieu de la cuisse; les arcs conducteurs furent appliqués au biceps fémoral

et au gastrocnemien : en cet état les deux muscles entrèrent à-la-fois dans une contraction bien sensible.

J'observe que les muscles ont continué à être excitables sept heures et demie après l'exécution ; quoique pendant cet intervalle les cuves galvaniques fussent fréquemment renouvelées, néanmoins à la fin des expériences leur force était beaucoup affaiblie. Je ne doute pas qu'à l'aide d'un appareil plus puissant, nous n'eussions observé les contractions musculaires plus long-temps. Au bout de quatre heures employées dans ces expériences, l'action d'une seule cuve ne se trouvait plus suffisante pour développer, ainsi qu'elle le faisait au commencement, la contractilité des muscles ; mais l'excitabilité graduellement diminuée dans ceux-ci, exigeait un accroissement proportionné de la force stimulante des cuves galvaniques. Cette circonstance indique assez que l'on n'aurait pu exécuter la longue série d'expériences que j'ai annoncées avec la méthode des simples armatures galvaniques. Mon opinion est qu'en général les armatures inventées par Galvani sont purement passives, et qu'elles ne conduisent que le seul fluide préexistant dans le système animal ; tandis qu'avec les batteries galvaniques de Volta les muscles sont mis en action par l'influence du fluide qui se développe dans l'appareil même. De toutes ces expériences on peut établir les corollaires suivants :

I. Le galvanisme, considéré en lui-même, a un pouvoir très-considérable sur les systêmes nerveux et musculaire, et il maîtrise toute l'économie animale.

II. Le pouvoir du galvanisme, regardé comme stimulant, est plus fort que tout autre remède de même genre.

III. Le galvanisme étant administré, soit à l'aide des cuves galvaniques, soit avec l'appareil de la pile, les effets qu'il produit, diffèrent de ceux que donnent les simples armatures métalliques, employées par Galvani.

IV. Lorsque les surfaces des nerfs et des muscles sont fournies de grandes armatures métalliques, l'influence galvanique est transportée bien plus au loin, et agit avec tant de force, qu'elle produit des contractions dans presque tous les muscles du corps.

V. L'influence du galvanisme sur le cœur diffère de celle qu'il déploie sur les muscles dépendants de la volonté, puisque, quand le cœur a cessé de répondre à l'action galvanique, les muscles de la vie animale y restent encore soumis pendant un temps plus ou moins long. De même l'action du galvanisme sur les oreillettes comparée à celle qu'il produit sur les ventricules du cœur, montre également des différences remarquables dans sa durée.

VI. Le galvanisme offre des moyens très-puissants pour ranimer les forces de la vie dans les cas où celles-ci, en différentes circonstances, sont suspendues. Les remèdes adoptés communément contre l'asphyxie, augmentent en activité et en énergie lorsqu'ils sont combinés avec l'influence galvanique; cette association enrichit la matière médicale, et promet des succès plus complets et plus sûrs que si on les faisait agir séparément dans les asphyxies.

Tels sont en abrégé les principaux résultats de mes expériences. Pour terminer de la manière la plus avantageuse à l'art de guérir, je vais exposer les observations faites, d'après l'autopsie du cadavre, par M. Carpue, professeur d'anatomie, aidé de M. Hutchins, étudiant en médecine. Le crâne ouvert on n'a trouvé aucun épanchement sanguin au cerveau; mais les différents vaisseaux qui parcourent la surface de cet organe étaient prodigieusement dilatés par le sang qu'ils contenaient en surabondance. Les ventricules ne renfermaient aucun sang épanché; les poumons, affaissés sur eux-mêmes, étaient entièrement privés d'air; les intestins semblaient fortement injectés, et dans un état voisin de l'inflammation. La vessie était très-distendue, et pleine d'urine. En général l'inspection du cadavre annonçait que la mort avait été immédiatement produite par une véritable suffocation.

Il n'est peut-être pas indifférent d'observer que peu de temps après l'exécution du criminel, ses amis, voulant diminuer ses souffrances, employèrent les moyens usités pour accélérer sa mort; c'est-à-dire qu'ils le tirèrent par les pieds: ce dont au reste nous n'avons d'assurance que par des rapports assez vagues.

Cet exposé, tel que nous venons de l'offrir, laisse voir sans peine que nos expériences faites sur ce pendu, avaient moins pour objet de ranimer le cadavre, que d'acquérir des connaissances sur une question de pratique de la dernière importance; savoir, si le galvanisme peut être employé comme auxiliaire, et ensuite jusqu'à quel point il

peut réclamer la priorité sur les autres moyens destinés à rappeler à l'existence un homme frappé d'asphyxie.

Quand le jeu de nos organes a été détruit par la suspension des phénomènes respiratoires, le sang noir, après avoir demandé vainement aux poumons les altérations qu'il était accoutumé d'y subir, au lieu de maintenir dans nos diverses parties les conditions de la vitalité, ne leur porte plus qu'une influence inutile ou délétère. Alors le mouvement s'arrête par degrés dans les différents appareils, et la mort s'empare successivement de toute la machine, enveloppée dans un engourdissement général; le cerveau n'est plus le siège ni de la perception ni de la volonté. C'est alors que sont impérieusement exigés les stimulants les plus prompts et les plus énergiques. C'est vers la respiration, source primitive des fonctions vitales, que le médecin doit sur-tout diriger ses efforts ; il ne peut la réveiller qu'en excitant la contraction des muscles respirateurs : c'est spécialement dans cette vue que les stimulants de tout genre doivent être imaginés ; c'est ici enfin que le galvanisme offrira les secours les plus efficaces, et viendra mieux remplacer en quelque sorte l'influence du cerveau, rendu lui-même incapable de commander les contractions musculaires.

Je suis loin de combattre ici l'emploi des remèdes déja connus et auxquels jusqu'à présent on a eu recours avec avantage ; j'ai voulu seulement recommander le galvanisme comme le moyen le plus puissant pour seconder et augmenter l'efficacité de tous les autres stimulants.

L'alkali volatil, comme je l'ai démontré plus haut, ne produit aucun effet toutes les fois qu'il est appliqué séparément sur une partie quelconque; mais lorsqu'on en fait usage conjointement avec le galvanisme, le pouvoir de ce dernier sur le systême nerveux et musculaire devient beaucoup plus fort. Il est possible que l'alkali volatil, d'après son pouvoir conducteur, transporte avec plus de facilité le galvanisme au cerveau, et qu'ainsi son action soit plus puissante dans le cas où les forces de la vitalité sont suspendues. Avec tous ces moyens il sera bon de faire concourir la méthode de porter l'air atmosphérique dans les bronches par un procédé quelconque; mais encore ici est-il bon d'observer que, pour mieux disposer les poumons à recevoir ce fluide, il serait très-convenable d'exciter l'action musculaire par le ministère de l'agent galvanique, et d'aider ainsi tout le systême de l'économie animale à reprendre les fonctions de la vie.

Sous ce point de vue, les expériences que je viens de décrire contribueraient beaucoup à l'avancement de la science et à l'utilité publique.

Je ne saurais terminer ce précis sans témoigner ma reconnaissance aux membres du Collège des chirurgiens, pour l'intérêt qu'ils ont pris à mes recherches. M. Keate, président du Collège, proposa de faire des expériences comparatives sur des animaux, afin de mieux développer les phénomènes de la vitalité : M. Blicke observa que dans de pareilles occasions il serait utile de plonger le corps dans un bain d'eau salée, afin que l'action galvanique pût

mieux se communiquer à toute la surface du corps; le docteur Pearson parla de substituer le gaz oxigène à l'air atmosphérique, pour être injecté dans les poumons : toutes ces différentes modifications dans la pratique auront leur utilité à mesure qu'on répétera les expériences. Maintenant qu'il me soit permis d'inviter les physiologistes à profiter de la sagesse des gouvernements, qui destinent à des recherches de la plus grande importance pour le bien public la dépouille des scélérats, violateurs des liens les plus sacrés de la nature : la loi, en frappant ainsi les coupables, rend à la société, outragée par leurs crimes, tous les services qu'il est permis d'attendre des travaux et des méditations des savants.

---

# MÉMOIRE IV.

Sur les organes des poissons électriques.

La théorie du galvanisme et de l'électricité animale conduit naturellement à examiner, sous un nouveau jour, les organes des poissons électriques. Galvani lui-même fut pénétré de l'utilité de cette recherche. Quoique affaibli par l'âge et par une maladie qui lui devint fatale, il se transporta vers les bords de la mer Adriatique, où il fit sur la torpille plusieurs observations, dont quelques-unes furent adressées publiquement en 1797 au célèbre naturaliste Spallanzani ; d'autres sont consignées seulement dans ses manuscrits, que son neveu Camille Galvani a bien voulu me communiquer avant mon départ d'Italie.

Redi et Lorenzini avaient fait connaître les organes de la torpille ; et déja les travaux de Cavendish, Walsh, Monro, démontraient l'action d'une véritable électricité animale. Outre la description de la torpille, Hunter avait donné celle d'un appareil électrique semblable dans le gymnote engourdissant. Mais tous ces grands observateurs, bornés aux pénibles détails de l'anatomie, s'étaient contentés de nous développer isolément la structure de ces organes, sans y établir de rapprochements, et sans en déduire aucune conséquence.

M. Geoffroy, professeur au Muséum national d'histoire naturelle, n'a pas seulement enrichi la science de la description d'un nouveau poisson électrique qu'il a apporté de son voyage en Egypte; mais de plus il a comparé entre eux tous les organes électriques connus, et il les a rapportés à une construction uniforme. Je profiterai des lumières fournies par ces hommes illustres, pour rédiger un Mémoire qui présentera les organes électriques considérés pour la première fois dans leur rapport avec le galvanisme, et servira à développer la théorie de la pile animale que j'ai proposée dans mon ouvrage. Pour mettre plus de précision et de clarté, j'adopterai la division suivante.

## SECTION I.ÈRE

### Des organes électriques de la torpille.

On connaît depuis long-temps la propriété singulière qu'a la torpille de se rendre redoutable en frappant d'un engourdissement subit tous les êtres animés qui l'approchent. Galvani, près de la mer Adriatique, y examina la forte électricité de plusieurs torpilles, excitées par le moyen de deux corps d'une organisation particulière, appelés organes électriques. Ils sont formés d'une quantité de prismes héxagones, composés par un nombre infini de plans de la même figure : ils sont combinés les uns avec les autres dans un ordre si admirable et par une réunion si parfaite, qu'on les croirait formés de plusieurs petits carreaux magiques, tous de la même figure et de la même

grandeur, exactement superposés avec leurs angles et leurs côtés correspondants. Telle était la manière dont Galvani envisageait les organes électriques, (pl. 9, fig. 1.) conduit par l'analogie de son hypothèse de l'artifice d'une bouteille de Leyde, qu'il croyait exister dans le systême nerveux et musculaire.

Geoffroy a fait voir que les organes électriques de la torpille consistent dans un grand nombre de tubes aponévrotiques, rangés parallèlement autour des branchies. Ces tubes, ou héxagones, ou pentagones, sont remplis d'une substance que l'analyse chimique lui a fait reconnaître pour de l'albumine combinée avec de la gélatine.

Les observations du professeur Geoffroy portent à croire qu'il n'y a aucune autre différence entre les raies ordinaires et la raie torpille, sinon que dans celle-ci les tubes sont très-courts, verticaux, rapprochés et parallèles; tandis que dans les autres raies ils sont beaucoup plus longs, se courbent autour des principaux muscles des machines, et se séparent en plusieurs paquets formés de rayons divergents. L'on voit par-là que ces organes ne varient dans chaque espèce que par un arrangement différent des parties, et qu'il faudrait supposer que toutes les raies ont plus ou moins les propriétés électriques de la torpille. Après avoir observé que ce poisson a la faculté d'absorber au plus haut degré le gaz oxigène de l'air atmosphérique, je me propose de rechercher quelle sera l'action de la raie ordinaire exposée à l'inflence de l'air atmosphérique.

Dans les raies ordinaires les tubes s'ouvrent au-dehors

de la peau par des orifices qui leur sont propres, et qui sont autant d'organes excrétoires de la matière gélatineuse renfermée dans leur intérieur ; dans les torpilles, au contraire, tous les tubes sont complétement fermés, non-seulement par la peau qui n'est perforée en aucun endroit, mais de plus par des aponévroses qui s'étendent sur toute la surface de l'organe électrique. L'on voit que la matière gélatineuse ne pouvant alors se répandre au-dehors est obligée de s'accumuler dans ces tubes, et d'augmenter leur diamètre par cet effort : d'où provient sans doute l'action continue qui produit l'électricité foudroyante de la torpille.

L'on pourra, par la voie de l'expérience proposée ci-dessus, déterminer avec précision la différence du fluide électrique excité par la diversité des organes de la torpille et de la raie ordinaire, l'on pourra de même ajouter l'exactitude aux résultats, en faisant usage des condensateurs et des électromètres les plus sensibles.

Galvani avait observé que les prismes polygones des organes de la torpille recevaient beaucoup plus de nerfs que ne semblait l'exiger leur structure : tous les naturalistes ont reconnu dans ces organes un appareil aussi considérable que celui de l'ouïe ou de la vue. Les nerfs qui s'y rendent sont si gros que leur volume a paru à Hunter aussi extraordinaire que les phénomènes auxquels ils donnent lieu. Ils s'épanouissent de même tout-à-coup dans un mucus gélatineux; rien n'entrave leur libre communication avec les corps extérieurs, et ils jouent un

très-grand rôle dans les phénomènes électriques : Hunter les croyait destinés à *former, rassembler et diriger le fluide nerveux*. L'influence des nerfs est assez constatée par les observations de Walsh, Cavallo et Geoffroy, qui démontrent que le concours de la volonté de l'animal est indispensable pour donner la commotion. Ces considérations ont donné lieu à Galvani d'examiner sous de nouveaux rapports l'influence du cerveau de la torpille sur l'action de ces organes électriques : ses recherches seront développées et détaillées dans l'article suivant.

## SECTION II.

### De l'influence du cerveau de la torpille sur l'action de ses organes électriques.

La disposition singulière des organes de la torpille les fit considérer à Galvani comme les conducteurs et les condensateurs d'un fluide élaboré dans d'autres lieux ; plusieurs naturalistes ont regardé le cerveau comme l'organe secréteur. Une telle hypothèse, fruit de l'imagination, ne pouvait être admise sans examen, et exigeait incessamment l'appui de nouveaux faits et de nouvelles observations. Galvani se livra donc à ce travail : en voici les résultats.

1.° Il prit une torpille, et lui coupa longitudinalement une portion de son corps avec un de ses organes électriques, en laissant intacte dans sa situation naturelle la portion qui contenait l'autre réuni à la tête : cette dernière partie du corps donna une secousse, tandis que l'autre s'y refusa constamment.

2.° Après avoir coupé la tête de la torpille, l'explosion de l'électricité animale cessa bientôt dans les deux organes.

3.° Le cœur de la torpille étant arraché, elle donna néanmoins dans les organes, des secousses électriques qui cessèrent aussitôt après la soustraction du cerveau.

4.° Pour démontrer la correspondance de cet organe avec l'effet des secousses électriques, il fit extraire le cerveau d'une torpille vivante avec des précautions telles, que la circulation du sang n'en dut pas souffrir le moindre dérangement. Quoique dans cet état le mouvement circulaire fût encore en pleine activité, Galvani ne put jamais obtenir aucune secousse électrique.

5.° En coupant ou en comprimant les gros cordons nerveux qui se distribuent aux organes électriques, et particulièrement ceux de la première paire, il n'obtint ni la secousse ordinaire ni la moindre impression électrique.

D'après toutes ces observations il est aisé de concevoir que le système des nerfs, qui sert à l'action des organes électriques, diffère de celui que la nature emploie pour exciter les contractions musculaires. Il est encore démontré par-là que le cerveau contribue beaucoup à la formation d'une électricité animale proprement dite. Or il est difficile d'imaginer que l'organe qui prépare cette électricité foudroyante de la torpille, ne doit pas aussi concourir au développement de l'électricité animale, dont a besoin l'action ordinaire du système musculo-nerveux.

En général, il est de la plus grande importance en physiologie de lier les phénomènes du système loco-moteur avec les fonctions cérébrales.

Plusieurs anatomistes ont regardé ce viscère comme un organe sécrétoire des plus essentiels à la vie : Boerhaave y plaça l'élaboration d'un fluide énergique et d'émanations spiritueuses auxquelles il donna le nom *d'esprits animaux*. Sans doute l'idée d'une telle sécrétion était digne du grand anatomiste de Leyde ; mais son école, trop complaisante, ayant admis sur parole les assertions de ce grand maître, l'hypothèse prit la place de la démonstration. La voie de l'expérience fut négligée, et de longues années s'écoulèrent avant que l'on possédât rien d'exact ni de certain sur le rôle du cerveau dans le mécanisme de la vie. Enfin, il était réservé au génie de Galvani d'établir, par des observations incontestables et rigoureuses, que le cerveau possédait la faculté de préparer une électricité parfaitement en rapport avec les fonctions de l'économie animale. Il est à desirer que l'on étende ces considérations aux animaux à sang chaud, et que l'on cherche dans cette nouvelle route des lumières nouvelles pour éclaircir le développement du principe qui sert aux sensations et aux contractions musculaires.

Eh quoi ! la sage nature qui emploie les ramifications nerveuses pour exciter la contraction musculaire, auraitelle donc voulu que le cerveau, dépôt central de la substance médullaire dont elles sont composées, ne fût chargé d'aucune fonction à cet égard? N'expliquerait-on pas ainsi

pourquoi la Puissance éternelle a doué l'homme du cerveau le plus volumineux : l'homme qui devait avoir un fluide plus abondant et plus épuré pour servir à une intelligence plus élevée, à des raisonnements plus sublimes, qui le placent au-dessus de tous les êtres animés? Ce ne sont que de simples conjectures, peut-être prématurées, que les travaux des physiologistes pourront seuls confirmer.

## SECTION III.

De l'action de l'électricité animale de la torpille pour exciter le mouvement du cœur, et des muscles d'autres animaux.

Qu'une grenouille préparée soit placée, tantôt sur le dos, tantôt sur la tête, tantôt sur le ventre d'une torpille, elle est vivement contractée; elle produit le même effet sur plusieurs grenouilles préparées, si elles touchent en différentes parties la surface de son corps. Il est même intéressant de voir que quelques grenouilles posées sur une table humide, éloignée du corps de la torpille, soient néanmoins contractées toutes les fois qu'elle décharge son électricité. Ces expériences démontrent évidemment que les grenouilles sont susceptibles de se contracter au plus petit degré d'électricité, en sorte qu'elles nous indiquent la force électrique d'une torpille, même lorsqu'elle ne donne plus aucune secousse, et qu'elle n'est plus en état de se rendre manifeste par l'électromètre le plus sensible.

Galvani ayant disposé sur le dos d'une torpille le

cœur et d'autres muscles d'une grenouille, y détermina en même temps l'explosion de l'électricité animale sur ces parties. Quand l'animal était tranquille il n'y avait point d'action dans les muscles de la grenouille; mais lorsqu'on produisait la décharge de la torpille, tous les muscles et le cœur même étaient vivement contractés; cependant il faut remarquer que les muscles de la grenouille entrèrent en action à l'instant même de la décharge de l'électricité animale, et que le cœur n'était agité que quelques moments après. Galvani observa aussi que la force électrique de la torpille étant diminuée, elle conservait néanmoins le pouvoir de faire contracter des morceaux musculaires de la grenouille, tandis qu'il n'y avait point d'action sur le cœur. Ce phénomène conduit à établir un nouveau point d'analogie entre l'électricité animale de la torpille et l'électricité générale qui a été jusqu'à présent inconnue; car une faible étincelle, capable d'exciter les autres muscles, n'excite point le cœur.

Galvani démontra, par une expérience très-ingénieuse, la propriété que nous venons d'annoncer. Il disposa comme dans une série, les muscles cruraux de plusieurs grenouilles, en y interposant le cœur qui avait été détaché; en même temps il fit passer par cette série de parties musculaires un courant très-faible d'électricité : au moment du passage il vit aussitôt tous les muscles se contracter, et le cœur peu de temps après. Il observa encore que lorsque la force de l'électricité était diminuée, le cœur seul restait immobile au milieu des contractions des autres parties musculaires.

Ces observations démontrent, à mon avis, d'une manière rigoureuse, que l'électricité animale de la torpille, et l'électricité générale, agissent de la même façon que le galvanisme sur le cœur; elles nous fournissent une nouvelle preuve de ce que nous avons avancé dans notre dernier ouvrage; savoir, que cet organe est le premier à se soustraire à son influence, tandis que les autres muscles la ressentent encore assez long-temps.

## SECTION IV.

### Des organes du gymnote engourdissant.

Après avoir ainsi décrit l'organisation et les phénomènes que la torpille présente aux anatomistes et aux physiciens, je crois à propos d'appeler encore leur attention sur deux autres espèces de poissons qui jouissent des mêmes propriétés que la torpille, quoique avec une organisation différente au premier aspect: j'entends parler du gymnote engourdissant, et du silure trembleur.

Jean Hunter fut le premier qui donna une bonne description du gymnote engourdissant. Ce poisson appartient à l'ordre des *apodes* : il a conséquemment le corps très-alongé, et serpentiforme; sa queue forme les $\frac{7}{8}$ de sa longueur totale. La vessie natatoire, au lieu d'être simplement renfermée dans la cavité abdominale, s'étend dans l'intérieur de la queue, et se prolonge jusqu'à son extrémité. C'est au-dessus de cette vessie que l'on trouve dans le gymnote engourdissant un appareil très-singulier, dont il n'y a aucun vestige dans les autres espèces

de ce genre, et qu'il est impossible de ne pas reconnaître pour son organe électrique. Il est formé par la réunion de plusieurs aponévroses qui s'étendent dans le sens de la longueur du poisson, comme autant de couches horizontales, parallèles et écartées les unes des autres d'un millimètre. Elles sont coupées presque à angles droits par d'autres lames verticales de la même nature : de-là résulte un réseau large et profond, composé d'un grand nombre de cellules rhomboïdales dont l'intérieur est rempli d'une substance onctueuse et comme gélatineuse.

Cet appareil animal est évidemment partagé en quatre organes électriques, deux grands et deux petits. Les premiers sont logés au-dessous de la vessie natatoire et des muscles vertébraux; les deux petits sont placés à la région la plus inférieure de la queue. Les lames horizontales, au lieu d'être parallèles dans toute leur longueur, sont onduleuses par intervalles. Hunter en a compté 34 dans un grand organe, et 14 dans un petit. Tout cet appareil électrique est mis en jeu par un systême de nerfs procédant de la moelle épinière, et distribués avec un mécanisme admirable. Les différents rameaux d'un gros nerf, qu'on trouve au-dessus de la colonne vertébrale de ce poisson, rampent d'abord à la surface de ces organes, et finissent par se répandre et s'épanouir dans leurs alvéoles.

J'ai examiné, avec toute l'attention dont je suis capable, les organes du gymnote engourdissant et de la torpille, dans le cabinet de Hunter; j'étais accompagné de

M. Heviside, un des plus zélés conservateurs de ce dépôt précieux pour la science. J'ai comparé le dessin de mes planches (pl. 9, fig. 2 et 3.) avec les préparations originales : j'ai admiré leur exactitude, et la perfection des injections est allée jusqu'à me faire apercevoir les plus petites ramifications du système vasculaire qui se répand sur les organes électriques.

## SECTION V.

### Des organes du silure.

Le silure trembleur a été décrit pour la première fois par M. Geoffroy. Les organes électriques de ce poisson, au lieu de se trouver sur les côtés de la tête, comme dans la raie, et au-dessous de la queue, comme dans le gymnote, s'étendent tout autour du poisson (pl. 9, fig. 4). Placés immédiatement au-dessous de la peau ils se composent de fibres aponévrotiques et tendineuses très-serrées, qui s'entrelacent et forment un réseau dont il est impossible d'apercevoir les mailles à l'œil nu : les cellules de ce tissu sont également remplies d'albumine et de gélatine. Une très-forte aponévrose couvre tout l'appareil, et l'empêche ainsi de communiquer avec l'intérieur. Les nerfs, qui concourent à compléter l'organe électrique, sont de la huitième paire cérébrale : ils descendent en se rapprochant l'un de l'autre, à leur sortie du crâne, vers le corps de la première vertèbre qu'ils traversent. Ils s'y introduisent d'abord par un orifice propre à chacun d'eux, et ils en sortent ensuite du côté opposé par une seule

ouverture; après s'être ainsi rencontrés, ils s'écartent tout-à-coup, et se rendent sous chacune des lignes latérales : ils sont alors logés entre les muscles de l'abdomen, et l'aponévrose qui recouvre tout le système électrique ; ils pénètrent dans la peau par de grosses branches, et finissent par s'épanouir dans le réseau.

## SECTION VI.

*Examen comparatif des organes électriques.*

On peut tirer plusieurs conséquences de l'examen comparatif des organes électriques des poissons que je viens de décrire : 1.° Que le lieu où se logent ces organes est indifférent, puisqu'ils sont réunis sur les côtés de la tête dans la torpille, sous la queue dans le gymnote, et tout autour du corps dans le silure. 2.° Qu'aucune branche du système nerveux ne leur est spécialement affectée, puisque dans la torpille ce sont les nerfs de la cinquième paire qui s'y distribuent, dans le gymnote ce sont les nerfs cérébraux, et dans le silure ce sont ceux de la huitième paire. 3.° Que la forme des cellules est de même indifférente, puisqu'elle varie dans chaque espèce. Tous ces corollaires qui découlent de l'observation anatomique, ont été déja présentés par le professeur Geoffroy. J'en ajouterai quelques autres qui sont particulièrement en rapport avec la théorie du galvanisme. 4.° On peut comparer ces organes électriques à de véritables piles animales composées de deux substances hétérogènes, telles que les nerfs et la pulpe albumino-gélatineuse d'un côté, et les

feuillets aponévrotiques de l'autre. 5.° Il résulte des observations faites sur les poissons électriques, que la force de leur explosion est proportionnée, toutes choses égales, à la grandeur particulière des organes électriques. Le gymnote donne les commotions les plus considérables en raison de la grandeur de son organe électrique, qui, par l'inspection anatomique, est à-peu-près égal au volume de l'animal lui-même, étant fourni d'une épaisseur qui le double en volume. Vient après le silure, qui donne une commotion plus forte que la torpille, et l'on voit aussi que son organe, quoique plus mince que dans le *gymnotus*, entourant tout le poisson, offre plus de surface que dans la torpille, où il est borné dans un petit espace aux environs des branchies. 6.° L'on voit enfin que, dans les mêmes espèces de poissons, il suffit d'un différent arrangement des mêmes parties, d'une différente manière de contenir des substances animales, pour être en état, ou de donner une forte action électrique, ou de la refuser constamment. Nous voyons de pareils phénomènes dans les piles de Volta, où un changement opéré, soit dans la disposition des plaques métalliques qui les composent, soit dans le corps humide qui agit sur elles, l'on peut à volonté exciter ou empêcher l'action du galvanisme.

D'après toutes ces considérations, on voit l'anatomie, la physiologie et la physique s'accorder pour établir entre ces divers organes l'identité la plus complète : voilà donc tous ces appareils disposés par la nature, ramenés à un même système d'organisation, à une même force connue,

qui agit de la même manière, et produit les mêmes effets, quoique soumis à des modifications variées par des moyens différents. Je ne doute pas qu'en augmentant nos connaissances dans la famille des poissons électriques, l'on ne parvienne à étayer toujours davantage l'opinion d'une véritable pile animale agissant dans leurs organes. J'ose même croire que l'idée de cette action n'est pas bornée à quelques poissons épars, mais qu'il faudra l'étendre un jour à tout le règne animal. J'observe, avec M. Geoffroy, que presque tous les animaux ont des nerfs qui vont se perdre dans la peau : tous immédiatement au-dessous d'elle, sont plus ou moins pourvus de tissu cellulaire ; tous ont donc en quelque sorte les rudiments d'un organe électrique. Dès-lors, si l'on imagine que des vaisseaux sécréteurs déposent de la matière albumino-gélatineuse entre les petits feuillets du tissu cellulaire qui unit la peau aux muscles sous-cutanés, on aura facilement une idée de la manière dont cette effusion peut donner lieu à la formation et à l'existence d'une vraie pile animale, non-seulement dans les poissons, mais encore dans tous les autres animaux. Cette hypothèse, quand des faits plus nombreux l'auront confirmée, fera disparaître le merveilleux de certaines observations d'hommes doués de propriétés électriques, et qui ont fixé l'attention * de plusieurs sociétés savantes.

* Acta Academiæ Petropolitanæ, ann. 1779. Voyez encore les *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1777.

Je suis néanmoins d'avis que les effets de cette pile ne seront pas d'une intensité égale chez tous les individus: des différences dans l'organisation et l'arrangement des parties, dans le nombre et les proportions de leurs principes, devant nécessairement apporter des modifications dans leur manière d'agir. Qui ne sait pas, en effet, que toute sécrétion, que toute fonction quelconque, doit varier de plusieurs manières, non-seulement dans des animaux de classes, d'ordres, de genres et d'espèces différents, mais encore chez le même individu considéré à différentes époques? Et pourquoi donc la *sécrétion électrique* ferait-elle une exception à cette grande loi de l'économie vivante?

---

# MÉMOIRE V.

Expériences sur l'électricité animale, adressées en 1797 au célèbre professeur Lacépède, membre du Sénat conservateur, et de l'Institut national de France.

PERMETTEZ-MOI de vous présenter de nouveau mes observations sur l'électricité animale comme un hommage qui vous est entièrement dû, puisqu'elles ont paru pour la première fois sous vos auspices. L'estime alors m'excitait à vous les dédier, la reconnaissance aujourd'hui m'engage à en renouveler l'offrande. Ce sont vos lettres obligeantes qui m'ont introduit à la Société royale de Londres; c'est à votre renommée, et à la haute considération dont vous jouissez auprès de tous les savants, que je me crois redevable de l'accueil flatteur et des égards dont m'ont honoré le chevalier président Banks, et d'autres membres de cette illustre Société.

Dans mes expériences publiques à l'Institut de Bologne, j'avais démontré en 1795, l'insurmontable résistance qu'oppose la flamme au passage de l'électricité animale. J'avais exposé dans deux Mémoires publiés en 1794, que les bouteilles de Leyde, indépendamment de leur forme ordinaire, peuvent en avoir d'autres tout-à-fait différentes, et qui offrent les mêmes résultats. Enfin le desir de confirmer de plus en plus les vues physiologiques de

mon oncle Galvani, me fit souhaiter des éclaircissements ultérieurs sur les attractions électriques. Ces idées fugitives alors, et fixées maintenant par des expériences réitérées, forment l'objet de ce Mémoire.* Puisse-t-il être un témoignage de la satisfaction que j'éprouverai toujours à me rappeler les gages nombreux que j'ai reçus de votre bienveillance.

§ I. *Du pouvoir conducteur de la flamme.*

La facilité avec laquelle l'électricité animale se communique par divers corps conducteurs, comme je l'avais plusieurs fois observé, m'inspira le desir de soumettre à des expériences la flamme, qui, aux yeux des physiciens, tient le premier rang dans cette classe ; je me plaisais à appuyer par ce moyen, d'une preuve nouvelle, la théorie de Galvani. Je pris donc deux conducteurs qui, d'un côté communiquant aux deux armatures appliquées aux nerfs et aux muscles d'une grenouille préparée, étaient séparés vers l'autre extrémité par un petit intervalle d'une ligne tout au plus; cet espace était rempli par une vive flamme: voilà donc un arc composé de divers corps propres à transmettre le fluide électrique, qui réunit les muscles et les

* Mes engagements et mon empressement à retourner dans ma patrie ne m'ont pas permis de rédiger ce Mémoire d'une manière entièrement conforme à l'état actuel de nos connaissances : c'est pourquoi je n'en donne ici que l'extrait fait en 1798 par M. Amoretti, et publié dans les Opuscules de Milan, enrichi maintenant de quelques observations. Je me réserve, dans une autre édition, d'y insérer de nouvelles notions touchant la chimie atmosphérique, en prenant en considération les belles idées de M. de Luc sur ce sujet.

nerfs préparés selon la méthode ordinaire de Galvani. Néanmoins, à mon grand étonnement, je ne pus obtenir la plus légère contraction. Je craignis d'abord que la cause de ce phénomène ne fût dans la flamme qui, par sa faculté conductrice, paraissait devoir beaucoup influer sur le prompt excitement des contractions musculaires.

L'habile artiste Malagrida varia mon expérience de plusieurs manières, en remplissant l'intervalle qui séparait les deux conducteurs d'une flamme animée par un courant continuel d'air semblable à celui de la lampe d'un émailleur. Voilà un courant de feu brillant et aussi vif qu'il soit possible; cependant point de contractions musculaires. Il en fut de même en usant de flammes variées par différents degrés d'énergie, et alimentées de diverses substances.

Ces résultats parurent si étranges, qu'on mit en doute la déférence de la flamme si vantée par les physiciens : quelques-uns pensaient qu'elle agissait en vertu de sa forme en pointe ; on alla même jusqu'à soupçonner que le corps de la flamme était privé de la déférence nécessaire pour transporter une faible électricité. Ce qui favorisait cette dernière opinion, c'est le caractère des parties huileuses et bitumineuses qui alimentent la flamme, et qui sont d'une nature idio-électrique. Tel est aussi le gaz oxigène qui nourrit la flamme, dont la substance est subtile et dilatée, selon les observations microscopiques de votre collègue Lamark. Toutes ces raisons portent à attribuer le refus du passage de l'électricité animale au

défaut d'un degré convenable de déférence dans la flamme.

Pour moi, loin de soupçonner que la flamme fût privée de la déférence nécessaire, je pensai au contraire que l'excès de cette propriété était la cause du phénomène dont il s'agit. Je veux bien que les particules qui nourrissent la flamme soient ordinairement d'une nature idio-électrique; elles abandonnent néanmoins cette propriété dans la combustion, en vertu de laquelle elles deviennent déférentes. Lorsque dans cette expérience j'interposais entre les deux conducteurs un peu de verre fondu au chalumeau, les contractions paraissaient, fait qui démontre le pouvoir de l'état d'ignition pour changer en déférents les corps idio-électriques. Voilà cependant, d'un côté, la forme en pointe de la flamme, propre à dissiper le fluide électrique, et de l'autre la substance qui la compose, singulièrement propre à le transporter. L'extrême conductibilité de la flamme peut donc interrompre la libre transmission de l'électricité animale, sans laquelle on attendrait en vain les contractions musculaires : quoique je fusse porté à embrasser d'abord cette opinion, je crus nécessaire de consulter l'expérience, qui décida entièrement la question.

Je dois ici témoigner ma reconnaissance au célèbre professeur Moscati, qui m'invita en 1796, à éprouver l'électricité de la flamme avec les électromètres nouvellement inventés; et c'est à ses conseils que je dois les expériences dont s'étaie l'opinion que je viens d'avancer. Dans l'électromètre de Bennet, je détermine un courant du fluide

électrique vers un conducteur interrompu par l'intervalle d'une ligne que je puis remplir à mon gré, en y appliquant le corps de la flamme. Le fluide passe alors librement, et l'électromètre ne me présente aucune divergence; d'où je conclus que la flamme est un excellent conducteur. De plus, sans placer la flamme dans l'intervalle susdit, je l'écarte à la distance d'un pouce, plus ou moins, suivant la quantité de fluide mis en mouvement, et j'observe avec surprise que l'électromètre ne diverge point. J'éloigne tout-à-fait la flamme, et la divergence de l'électromètre reparaît. Cette seconde expérience, à mon avis, vient à l'appui de la première; car, si à la distance d'un pouce au moins, la flamme peut dissiper le fluide électrique, combien ne le pourra-t-elle pas mieux, si on l'applique au conducteur lui-même ?

Enfin, en mettant en mouvement le fluide électrique dans l'électromètre de Bennet, j'approche tour-à-tour, tantôt le corps de la flamme à la distance d'un pouce, tantôt sa sommité la plus aiguë, à la distance seulement de quatre lignes, de trois, et de moins encore : dans le premier cas, l'électromètre cesse de diverger, et dans le second il n'éprouve que peu ou point de changement. De tous ces faits, il m'est permis de conclure, je crois, que quoique j'applique à la plus faible électricité la déférence de la flamme, elle surpasse de beaucoup celle des métaux et des autres corps.

Fort de ces expériences, je revins avec plus de courage à l'électricité animale, vers laquelle seulement je

dirigeais mes recherches. A des effets égaux répondent des causes égales qui opèrent par les mêmes lois. Voilà la flamme, qui d'un côté ravit le mouvement à l'électromètre dans la machine de Bennet, et de l'autre, appliquée à l'électricité animale, elle en arrête le passage : dans le premier cas, point de mouvement dans les électromètres; dans l'autre, point de contractions musculaires. Mais je dois rappeler avec assurance que j'ai produit ce défaut de mouvement dans l'électromètre par la flamme : pourquoi n'argumenterais-je pas de-là que le mouvement musculaire est suspendu par une émanation de l'électricité animale qui, fortement attirée par la flamme, est détournée, et ne peut achever sa circulation, sans laquelle les contractions musculaires ne sauraient avoir lieu ?

J'ai vu chez M. Culthbertson, artiste distingué de Londres, que lorsqu'on plaçait une bougie allumée entre l'extrémité de deux conducteurs, l'un électrisé positivement, l'autre négativement, la boule de ce dernier était constamment plus chaude que celle du premier ; j'ai répété cette expérience curieuse dans le cabinet de physique de l'Ecole de Médecine de Paris, le 1.er messidor de l'an XI, en compagnie de M. Thillaye fils, physicien, et de M. Berger, médecin de Genève. Nous plaçâmes les boules des deux conducteurs à la distance de 42 millimètres du centre de la flamme, et nous mîmes en action la machine électrique pendant trois minutes : au même moment, ayant touché les boules des conducteurs avec les doigts, nous éprouvâmes tous une sensation de chaleur

sensiblement plus forte du côté négatif que du côté positif. Nous répétâmes alors l'expérience en plaçant l'extrémité du conducteur négatif un tiers plus loin du centre de la flamme, que celle du conducteur positif, et nous obtînmes toujours le même résultat. Nous avons observé que la pointe de la flamme a toujours été un peu plus tournée du côté négatif que du côté positif. Cette expérience curieuse se rallie à celle d'une carte, qui, placée dans des circonstances semblables, et recevant la décharge d'une bouteille de Leyde, se trouve toujours percée dans la direction du conducteur négatif.

Je terminerai cet article en ajoutant que le professeur Christophe Pegg, et le docteur Bancroft, ont appliqué la flamme dans les nouveaux appareils galvaniques, faisant usage, tantôt des animaux à sang froid, tantôt de ceux à sang chaud, et toujours avec le même succès. Ces expériences ont été faites à l'Université d'Oxford, dans le courant de novembre 1802, avec beaucoup d'autres rapportées dans mon ouvrage.

§ II. *Différentes constructions de la bouteille de Leyde.*

Je passe maintenant aux bouteilles de Leyde, qui, par les phénomènes intéressants qu'elles présentent, méritent les regards des physiciens. Il me vint à l'esprit d'éprouver différents tubes de verre de forme cylindrique, dont les uns étaient ouverts d'un côté, les autres fermés hermétiquement des deux bouts, d'autres tout pleins d'eau, et d'autres enfin remplis seulement à deux tiers

de leur hauteur. Je prends avec la main la partie inférieure de ces cylindres, un peu au-dessous du niveau du fluide; j'environne le cylindre d'une armature métallique, que j'approche du conducteur chargé. Après un certain degré d'électrisation, je retire les tubes de verre chargés des deux électricités contraires, qui se manifestent par de violentes secousses et de fortes explosions. Voilà pourtant une bouteille de Leyde dans laquelle un corps idio-électrique sépare l'armature intérieure de l'extérieure, et où se fait l'explosion, quoique la matière électrique ne se communique pas directement à l'armature intérieure de l'eau enfermée hermétiquement, et que l'arc se porte aux deux armatures extérieures, ce qui n'arrive pas dans les bouteilles communément en usage. Vous trouverez facilement cette forme de bouteille différente de celle qu'adoptent les physiciens, et vous sentirez par cela même la nécessité de la réduire aux principes généraux.

Il me semble que, nonobstant les diverses formes de la bouteille de Leyde, le fluide électrique y observe la même manière d'agir, et les lois connues de l'électricité. Cependant, en analysant la structure du cylindre de verre, que je viens de décrire, je serais porté à voir en lui l'action de deux bouteilles simples ordinaires, combinées et liées ensemble dans une seule. Considérez l'appareil du professeur Barletti, composé de deux bouteilles communes, unies ensemble, de manière que la première est suspendue au conducteur chargé, et la seconde

attachée à son armature extérieure. Il y a, dans ce cas, quatre armatures, dont deux, savoir la première et la dernière, sont externes et séparées entre elles de la superficie du verre; les deux autres sont au milieu, et communiquent ensemble, de manière qu'elles paraissent n'en former qu'une. Si vous faites usage de cet appareil, l'explosion aura cependant lieu, l'arc s'établissant entre les deux armatures externes.

On découvre facilement à présent les quatre mêmes armatures adaptées par un semblable artifice dans le tube de verre que nous avons déja décrit. La feuille de métal, appliquée extérieurement au-dessous du niveau de l'eau, vous offre une armature, et vous pouvez en avoir une autre dans la main, appliquée à l'extrémité du même niveau: celles-ci sont les deux armatures extérieures. L'eau intérieure présente les deux autres armatures intermédiaires, qui doivent être chargées par deux électricités différentes, à la manière des deux armatures placées au milieu, dans l'appareil de Barletti, et qui, malgré leur communication réciproque, sont fournies d'électricités différentes. En effet la première armature extérieure, appliquée au conducteur électrique, ne peut se charger positivement sans que l'eau intérieure ne soit électrisée négativement à sa surface; et même l'eau renfermée dans le tube de verre ne peut se décharger de sa propre électricité, sans la communiquer aux couches inférieures d'eau qui se trouvent dans le même tube, et par la même raison doivent s'électriser négativement. On a donc dans l'eau, que renferme

le tube, les deux armatures intermédiaires imprégnées par des électricités contraires : une partie de cette eau étant en effet négativement électrique, et l'autre positivement.

Enfin, suivant la loi connue de la charge des verres, la partie inférieure de l'eau dans le tube ne peut devenir positivement électrique, sans que la surface opposée, correspondante à la main extérieure qui soutient le tube, ne devienne électrique négativement. Après une telle analyse de la différente électricité des armatures qui constituent le tube de verre, dont nous avons donné la description, il ne semblera plus étrange si, en faisant un arc partant de la main négativement électrique pour se rendre à l'armature extérieure que nous avons démontrée, remplie d'électricité contraire et positive, on a l'effet de la décharge, et on sent la secousse de l'explosion électrique.

Ayant soupçonné, dans le cours de mes expériences, que ce phénomène dépendait, au moins en grande partie, de la ténuité des verres, j'en choisis de très-minces, et j'obtins la décharge, même sans armature métallique. L'expérience m'a constamment et invariablement donné ce résultat, quoique répétée vingt fois dans des leçons publiques de physique expérimentale, en présence de nombreux élèves : je me suis servi de petits cylindres de cinq à six pouces de longueur, sur un demi-pouce de diamètre, hermétiquement fermés et remplis d'eau en totalité, ou seulement aux deux tiers. On a donc, par ce moyen, une bouteille de Leyde chargée d'électricité, dans laquelle il

n'y a point de contact entre les armatures extérieure et intérieure, et qui donne néanmoins de fortes explosions.

On voit dans cette bouteille que l'humidité ou les particules hétérogènes de l'air, ou de la surface du verre, suffisent à former une zône qui fait l'office d'armature, et ramasse l'électricité positive pour s'équilibrer ensuite avec l'armature négative, à laquelle est appliquée la main. En effet, si la personne qui tient le cylindre se trouve isolée, la charge et l'explosion cessent d'avoir lieu.

D'après cet aperçu on expliquera sans peine ces secousses extraordinaires dont sont fréquemment surpris les physiciens en touchant les verres dans leurs expériences. Plus d'une fois il m'est arrivé, en observant l'éclair que présentent les tubes de verre vides et électrisés, dans lesquels le mercure coule d'un bout à l'autre, d'être ainsi frappé par une explosion électrique, facile à rapporter au genre de celles dont j'ai tâché ci-dessus de donner l'explication. Ces expériences serviront aussi à éclairer la théorie des explosions électriques de la torpille, aussi-bien que d'autres phénomènes relatifs à la tourmaline, que les physiciens n'ont pas encore assez bien développés.

§ III. *Phénomènes concernant les attractions électriques.*

La considération des attractions électriques me fit sentir combien les expériences étaient nécessaires pour éclaircir ce point important. Voici donc mes tentatives, dans l'espoir d'obtenir des résultats satisfaisants à cet

égard. Ayant décrit quelques traces d'électricité positive et négative sur l'électrophore *, j'y projetai successivement différentes substances pulvérisées, empruntées des trois règnes de la nature. Le règne minéral me fournit les oxides d'étain et de plomb; le verre, l'antimoine, le cuivre jaune, l'acier et d'autres métaux réduits en limaille ou en poudre. Parmi les végétaux, je choisis la farine de bled, de maïs, d'orge, et des cendres de diverses plantes; enfin les matières animales me donnèrent les poudres de cantarides, de mille-pieds, d'os et de coquilles d'œuf. Quand on jetait ces poudres contre le plan résineux, elles

* Quoique, dans les expériences ci-dessus, il ait été nécessaire d'employer le plateau résineux, néanmoins on peut se servir également ici du plateau vitreux. Je voudrais ici que les physiciens fissent plus généralement usage comme électrophore, de simples disques ou lames de verre pour la facilité et la commodité. Il n'y a pas à craindre, comme on l'a supposé dans l'électrophore de verre, la fugacité et la rapidité du passage du fluide électrique. Je me suis assuré que dans une saison favorable, un disque de cristal qui avait environ sept pouces de diamètre, restait chargé pendant plusieurs semaines. Quelqu'éloignés que soient les physiciens des grandes villes et des commodités qu'elles procurent, ils peuvent se former de suite un appareil électrique, s'ils ont à leur disposition un plateau métallique isolé tout prêt. Ayant appliqué à un verre ordinaire ou à une assiette de faïence un plateau de métal, l'on a un électrophore assez capable de donner des étincelles électriques. J'en ai aussi obtenu avec plusieurs marbres polis, spécialement avec des laves du Vésuve. De petits morceaux de cristal offrent une électricité très-sensible : un disque de cristal d'environ de 2 ½ pouces de diamètre, m'a donné une quantité de fluide électrique suffisante pour allumer plusieurs fois le gaz hydrogène dans l'appareil connu du pistolet électrique.

étaient toutes attirées, mais dans un mode d'attraction totalement différent au plus léger changement des circonstances. Il fallut alors en venir à l'examen des causes qui produisaient dans les expériences de telles variétés. Cette recherche me donna l'occasion de modifier l'opération, et d'en examiner les résultats, d'après les trois combinaisons suivantes. 1.° Soumettre la même poudre à l'action des deux électricités. 2.° Exposer diverses poudres à l'influence de la même électricité. 3.° Considérer enfin différentes poudres attirées dans le même temps par diverses électricités.

Je prends à cet effet une seule substance en poudre quelconque, par exemple, l'oxide rouge de plomb ; je charge un plan résineux par le moyen d'une bouteille, en y marquant des traces d'électricité positive ; la poudre de minium, répandue sur le plan, prend une forme étoilée; j'y inscris de rechef d'autres traces d'électricité négative, et la même poudre attirée par le plan présente une série continue de surfaces orbiculaires. En faisant donc des expériences sur les mêmes poudres prises les unes après les autres, on trouve qu'elles se disposent indistinctement en forme rameuse ou circulaire, en raison des différentes électricités auxquelles elles sont appliquées. Tout ce que nous venons de dire est relatif à la première combinaison.

En faisant ensuite usage, d'abord de la seule électricité positive, je présente à l'électrophore deux différentes poudres mêlées ensemble à doses égales, telles que celles de minium et de soufre, et je vois le soufre prendre

une forme étoilée, en se séparant du minium, qui, répandu avec confusion sur le plan, ne présente aucune forme régulière. Je charge de nouveau l'électrophore de seule électricité négative, j'y répands les deux mêmes poudres, et je vois alors au contraire le minium s'arranger en cercle, et le soufre demeurer irrégulièrement épars. Donc le minium, qui dans la première expérience, étant seul, se disposait indifféremment en forme étoilée ou circulaire, dans cette seconde, étant uni à d'autres substances, semble plus naturellement attiré par l'électricité négative que par la positive.

Ayant inscrit sur le plan résineux les deux électricités, j'y répands deux poudres mêlées, de couleur assez différente, afin que leur séparation soit plus sensible; j'emploie, par exemple, celles du cristal de roche et du soufre. On est surpris de voir comment ce nuage artificiel de poussière, au moment qu'il ressent l'action électrique, se décompose, et envoie cà et là les particules du cristal et du soufre; les deux substances séparées entre elles s'arrangent aussitôt, l'une en forme globulaire, l'autre en forme étoilée. Une semblable séparation a également eu lieu en traitant de la même manière un mélange de cuivre et de céruse, d'antimoine et de cuivre jaune, de minium, et de farine de bled. La couleur opposée dans les substances en limaille ou en poudre est nécessaire et très-utile pour rendre les phénomènes plus distincts.

Changeant l'ordre des expériences, il faut d'abord répandre la poudre sur le plan résineux, et ensuite en

approcher à différentes reprises, et en différents endroits, le conducteur d'une bouteille chargée positivement : la poudre sera repoussée, et, en se retirant, elle laissera des vestiges étoilés ; seulement dans les points où les traces de l'électricité positive sont croisées avec celles de la négative, les poudres n'acquièrent ni la forme étoilée ni la globulaire, mais une tout-à-fait irrégulière. On observe également ce phénomène dans un plan de verre. Il faut ici remarquer que, comme électrophore, on peut substituer, et même préférer en certains cas, un plateau de verre au plan résineux. Les physiciens pourront, en examinant la différente adhésion des poudres au verre et aux résines, se procurer des faits propres à mieux connaître les caractères des électricités opposées.

Ces premières expériences me conduisirent naturellement à les répéter sur des corps à l'état liquide *. Ayant

* L'huile électrisée présente plusieurs phénomènes qui confirment sa tendance à l'expansibilité. Si l'on verse quelques gouttes d'huile sur la surface d'une certaine masse d'eau simplement électrisée par un conducteur, on les voit se subdiviser presqu'à l'infini, à tel point qu'elles deviennent si petites, qu'on a de la peine à les compter. La même chose arrive si l'on verse une petite quantité d'huile sur de l'eau renfermée dans une bouteille de Leyde qui soit chargée; l'huile obéit simplement avec une promptitude étonnante à l'attraction électrique. Je prends un tube de verre ouvert des deux côtés, long de 6 pouces environ, et de 3 ou 4 lignes de diamètre ; j'en plonge l'un des bouts dans de l'huile commune, à la profondeur d'un demi-pouce, et j'en ferme l'autre bout avec un doigt, afin que la pression de l'air soutienne l'huile dans le tube. Dans cet état des choses, je présente le tube par l'extrémité où il y a de l'huile à un conducteur fortement électrisé, et je vois, à la distance de quatre pouces et

donc placé une armature métallique circulaire de six à huit lignes de diamètre sur un disque de résine, je la circonscrivis d'une trace d'huile ; puis, à l'aide d'une bouteille chargée, je la rendis positivement électrique : aussitôt je vis l'huile se répandre dans tous les sens, et vibrer des rayons divergents, de façon à représenter assez bien une petite étoile. Alors je disposai sur le même plan résineux une autre armature, en tout pareille à la précédente ; j'y introduisis de nouveau l'électricité positive, et j'y vis se former de rechef un petit soleil rayonnant

davantage, l'huile s'élancer vers le conducteur, en formant une fontaine composée de trois petits jets qui s'éparpillent d'une manière presque imperceptible. Le même effet a lieu avec plus de force et à une plus grande distance, si je répète cette expérience en substituant à l'huile commune celle de térébenthine. Enfin ayant versé de l'huile sur de l'eau fortement électrisée dans une bouteille de Leyde, je vis à l'instant s'élever une ébullition accompagnée d'un mouvement de la masse entière du liquide qui faisait crever les bulles contre les parois du verre ; et je ne pus rétablir le calme dans la bouteille qu'en faisant l'équilibre entre les armatures extérieure et intérieure. On avait déja observé du temps de Pline, que, dans une tempête, on pouvait, jusqu'à un certain point, appaiser les flots tumultueux autour d'un vaisseau, en jetant à la mer une assez grande quantité d'huile. M. Leyeld, physicien, rappelle dans les Actes de Trévoux cette opinion des anciens qu'on avait laissé tomber dans l'oubli, et il exhorte les physiciens à entreprendre de nouvelles expériences sur ce sujet. Je les inviterai aussi à vouloir, en suivant les traces du professeur Frisio, répéter et varier leurs expériences, afin de confirmer un procédé aussi intéressant, et de justifier en même temps les sectateurs de Pline, du reproche qu'on leur a fait, de vouloir reproduire une coutume populaire, superstitieuse, et qui repose sur des fondements faux.

comme le premier. Ensuite je plaçai les armatures de sorte que les rayons d'une armature à l'autre ne pussent se toucher, malgré leur rapprochement. Alors ayant rendu négativement électrique une d'elles, j'observai que les irradiations des deux armatures, qui, auparavant n'occupaient qu'un certain espace, se prolongeaient réciproquement de l'une à l'autre, et finissaient par former, en se recontrant dans une ligne droite ou oblique, un seul rayon qui unissait les deux armatures.

Après avoir parlé des phénomènes de l'électricité artificielle, je passe à ceux de l'électricité naturelle. Je remarque que la neige, à la manière des poudres employées dans mes expériences, se dispose en petites étoiles ou en globules, ou se condense en flocons irréguliers. Ainsi je pense que les étoiles sont dues à l'électricité positive des nuages; que les petits globules sont dus à leur électricité négative; et les flocons irréguliers à l'action réciproque de toutes les deux. On ne doit pas être étonné si l'on donne beaucoup d'influence à l'électricité dans la formation de la neige; car si une électricité surabondante produit la grêle pendant l'été, comme le pensent beaucoup de physiciens, une faible électricité peut bien, dans une autre saison, former de la neige.

M. Beyer, physicien distingué de Paris, m'a montré de pareils attractions produites à la surface de l'électrophore par l'électricité atmosphérique. La méthode d'examiner le genre de l'électricité naturelle agissante dans

l'atmosphère, à l'aide de différentes substances pulvérisées, indique, comme je le crois, d'une manière assez exacte les changements de cette électricité. Des observations curieuses, que M. Beyer a bien voulu me communiquer à cet égard, me font espérer que l'on parviendra, par ce moyen, à éclaircir l'action de l'électricité naturelle dans la formation de plusieurs météores. L'on ne négligera pas des tentatives presque analogues à celles-ci, faites par le professeur Chladni, en dirigeant le frémissement d'un archet de violon sur des carreaux de verre qu'il avait saupoudrés de différentes substances pulvérulentes.

Je pense qu'il serait utile de recueillir l'électricité atmosphérique pendant qu'il tombe de la neige, et de voir quelle serait la figure que différentes substances pulvérisées recevraient par son action dirigée à la surface de l'électrophore, et de la comparer avec celle que ces mêmes substances prendraient par l'action de l'électricité artificielle, à un égal degré de tension. Ces expériences pourraient, à mon avis, développer les phénomènes concernant les changements de l'électricité dans l'atmosphère et l'attraction différente des vapeurs.

Bartolini, Cassini, et d'autres physiciens, avaient déja observé dans les petites étoiles de la neige six rayons placés régulièrement à un angle de 60 degrés. Le professeur Beccaria a tenté d'expliquer cette tendance à la forme hexagone, en supposant que les vapeurs dans les nuages étaient disposées dans un plan à égale distance entre

elles ; il démontre ensuite que chaque vapeur, envisagée comme centre, étant animée d'une électricité différente de celle des vapeurs qui l'environnent, attire les plus voisines ; et que celles-ci en attirent d'autres à leur tour, jusqu'à ce que les petites étoiles hexagones soient formées.

Pour moi, il me semble trouver dans l'électricité la propriété de donner la forme hexagone aux corps sur lesquels elle peut agir, comme dans la matière de la neige. Voici les expériences qui me conduisent à cette hypothèse. Je commence par inscrire à la surface de l'électrophore différents points électriques séparés les uns des autres, et j'y répands dessus les diverses substances pulvérisées. J'observe de petites étoiles, qui, selon l'énergie de la charge, sont quelquefois douées de 12, quelquefois de 18, et quelquefois même de 24 rayons. Si je communique l'électricité à l'électrophore par une pointe attachée aux armatures de la bouteille de Leyde, les petites étoiles paraissent plus distinctes.

Je ne saurais pas trop définir si une propriété constante, ou le hasard, m'a fourni le plus souvent dans les étoiles un nombre de rayons qui avait pour multiplicateur le même nombre qui exprime les rayons de la neige. Ce que je puis assurer, c'est qu'en diminuant avec quelque industrie la force de l'électricité, je parvenais à l'affaiblir à un tel point, qui me présentait les petites étoiles formées de six rayons, imitant assez bien la grandeur et la figure naturelles de la neige.

J'ai répété les expériences exposées sur les corps liquides : je répands donc sur la surface de l'électrophore quelques gouttes séparées d'huile commune ; je place verticalement une aiguille au centre de chaque goutte, et en communiquant, par la méthode ordinaire, à leurs extrémités une très-faible décharge, je vois plusieurs fois les petites étoiles liquides de figure hexagone. Il me semble, je l'avoue, les apercevoir avec beaucoup plus de constance dans la méthode des poudres, ci-dessus indiquée ; mais je ne doute pas qu'en répétant différemment l'expérience, on ne doive être amené aux mêmes résultats, tant en faisant usage des corps solides, que des liquides.

Je crois utile d'avertir ici des anomalies qu'on doit craindre, tant à cause de la résistance opposée même par les plus petites irrégularités du plan résineux, qu'à raison de la différente adhésion des particules constituantes de l'huile même. Il faudra diminuer de beaucoup la force électrique, si, dans cette expérience, on fait usage de l'huile essentielle de térébenthine : elle dispose avec une vitesse incroyable les fluides en forme de soleil rayonnant. J'ai mis à la surface de l'électrophore, dans une même ligne, et à distances égales, différentes aiguilles au centre de plusieurs gouttes de la même huile ; tandis que j'appliquais l'électricité à la première aiguille, la seconde disposait aussi le fluide en forme étoilée, en éprouvant seulement l'action de l'atmosphère électrique.

J'observe cependant que si l'électricité excitée par nos appareils, est capable d'attirer les corps pulvérisés sous des figures déterminées, il est à présumer que ce même fluide recueilli dans les nues, donne des formes analogues aux vapeurs glacées, et nous les présente sous l'aspect de neige. Je crois de plus que de la figure même de la neige on peut tirer un argument nouveau en faveur de l'action électrique dans ce météore. En effet l'on voit que, pour obtenir à la surface de l'électrophore de petites étoiles hexagones, il n'est besoin que d'une électricité bien faible. L'on voit aussi que l'atmosphère, pendant l'hiver, n'est pas en général surchargée d'électricité comme dans d'autres saisons, et à cet égard elle est plus à portée de former la neige. Je remarque encore que, comme le genre d'électricité de l'atmosphère, dans un temps donné, est toujours le même, on ne voit jamais tomber différentes espèces de neiges mêlées ensemble : elles tombent successivement les unes après les autres, soit dans différents jours, ou en différentes heures du jour même. La faible quantité d'électricité qui est nécessaire pour imiter les petites étoiles hexagones artificielles, nous fournit avant tout un fait qui nous porte à admettre que l'électricité atmosphérique concourt puissamment à la production de ce météore. Je crois maintenant utile de déduire des expériences déja rapportées les corollaires suivants.

I. Premièrement l'influx de l'électricité dans les sécrétions chimiques est certain. On sait que Bergman séparait,

à l'aide de l'étincelle électrique, l'acide aérien de l'air atmosphérique, et que d'autres chimistes ont obtenu des résultats semblables sur d'autres substances, en employant le même moyen.

II. L'électricité a beaucoup d'activité pour unir et séparer les particules des corps; elle semble encore avoir une faculté élective, moyennant laquelle, parmi les corps déférents, elle attire plus facilement les uns que les autres: d'où l'on pourrait former une table de comparaison de la déférence plus ou moins grande des corps soumis aux expériences.

III. L'action de l'électricité artificielle produit dans les corps diverses formes, ou rayonnantes, ou circulaires, ou irrégulières. Pourquoi donc l'électricité naturelle ne pourrait-elle pas décider les mêmes effets? Ce principe ayant, comme nous l'avons déja dit, beaucoup de part dans la formation de la neige, nous comprendrons comment il arrive qu'elle tombe quelquefois sous la forme de petites étoiles régulières, d'autrefois en petites masses globuleuses, et enfin sous la forme de flocons. Je présume, avec confiance, que les physiciens pourront un jour déterminer, d'après la forme de la neige tombée, le genre d'électricité qui l'a produite dans les régions de l'atmosphère; ils pourront encore, en mesurant avec leurs électromètres l'état de l'atmosphère pendant l'hiver, sous le rapport de l'électricité, vérifier les conjectures que je leur propose.

IV. La loi fondamentale, d'après laquelle les corps qui

possèdent une électricité de même nature sont repoussés, tandis que ceux qui sont doués d'une électricité différente sont au contraire attirés, est très-connue. Les physiciens n'avaient observé jusqu'à présent cette loi qu'entre les corps solides : nous pouvons à présent en étendre l'application aux liquides eux-mêmes, sur lesquels personne n'avait encore fait de tentative à cet égard. En effet nous avons observé que deux gouttes de liquide électrisées différemment, s'avançaient en rayonnant sur la surface de l'électrophore, jusqu'à ce qu'elles vinssent à se rencontrer : fait qui démontre une véritable attraction.

V. Ayant changé la structure de la bouteille de Leyde, et supprimé les armatures métalliques, le verre ne cesse pas de posséder les deux électricités opposées, et de produire une décharge : ce que prouvent les tubes de verre décrits plus haut, qui sont susceptibles d'être chargés par les deux électricités, quoique l'eau qui en constitue l'armature intérieure soit séparée de toute part de l'armature extérieure, par l'intermède du verre. Si nous pouvons obtenir de tels résultats à l'aide de nos appareils; à plus forte raison la nature, si riche en moyens, pourra-t-elle établir dans la machine animale, par un artifice semblable à celui de la bouteille de Leyde, la circulation du fluide électrique, propre à produire les mouvements musculaires.

Telles étaient mes conjectures, publiées avant la découverte de la pile en 1797; l'on pourra entrevoir que

l'appareil de Volta rentre parfaitement dans les vues alors proposées à cet égard ; qu'il ne fait que confirmer la théorie de Galvani et mes idées sur ce sujet, comme on peut s'en convaincre dans la Section XVII de mon Essai, où je développe la théorie et les principes de la pile animale.

---

# MÉMOIRE VI.

Concernant l'influence des métaux sur l'électricité animale, lu à une séance publique de l'Académie de l'Institut des Sciences à Bologne, et publié en 1794.

TRADUIT DU LATIN PAR M. DESSAIX.

§ I. Si le commencement de l'année qui vient de s'écouler, fut une époque brillante pour notre Académie, par les progrès successifs dont s'enrichit la découverte de l'électricité animale, nos espérances furent un peu troublées par la violence d'une controverse, capable, non-seulement d'attaquer telle ou telle partie de la théorie nouvelle, mais encore d'en renverser l'édifice entier. En effet, si toutes les contractions musculaires sont des phénomènes dépendants de l'électricité métallique, quel renversement dans les idées que nous nous sommes formées jusqu'à ce jour sur la nature de cette électricité, que l'on avait crue d'abord inhérente à la seule organisation des animaux !

Mes oreilles étaient frappées du bruit de ces débats, tandis qu'une maladie des plus graves me retenait dans l'impuissance d'y prendre aucune part. A peine échappé des portes du tombeau par les soins et l'habileté de Galvani, je me hâtai de l'interroger sur le sort de son électricité animale; et la reconnaissance guidant mon

zèle, je lui offris tous mes efforts pour appuyer une théorie que j'avais adoptée avec une conviction parfaite. Il me parut satisfait de mes dispositions, et dès que j'eus recouvré mes forces, je n'eus rien de plus sacré que de chercher, en opposant aux déclamations une masse d'expériences nouvelles, à restituer aux animaux cette électricité inhérente naturellement dans leur économie, et dont on les avait presque entièrement dépouillés. Guidé par l'amour de la vérité, et soutenu par l'approbation et les conseils de Galvani lui-même, je vais, avec confiance, vous rendre compte de mes travaux, et les soumettre à vos réflexions.

§ II. A peine l'électricité animale avait-elle pris naissance, et déja l'on commençait à répandre sur elle le soupçon d'un principe extérieur, et dont l'action était déterminée par l'arc ou par les armatures. Galvani chercha, comme nous l'avons déja fait remarquer ailleurs, à l'écarter par différents moyens. En se servant d'un arc isolé, il évita que celui qui faisait l'expérience pût rien communiquer de son électricité aux animaux qui en étaient le sujet; il priva des grenouilles de toute communication avec les corps environnants; il ne les toucha point avec les doigts, n'en approcha point le scalpel, mais employa des instruments de verre, et d'autres substances idio-électriques, pour découvrir leurs muscles et leurs nerfs: et les contractions eurent lieu comme à l'ordinaire. Galvani poussa l'attention plus loin, il alla jusqu'à vouloir soustraire son expérience à l'action de l'air

ambiant. En conséquence il mit dans un vase plein d'huile et les grenouilles et l'arc isolé, et en portant celui-ci des nerfs sur les muscles, il obtint les mouvements musculaires les plus prompts. Cette électricité animale, développée dans un milieu parfaitement idio-électrique, ne pouvait dépendre de l'atmosphère, dont elle était totalement séparée. Tandis que nous nous occupions de ces premiers essais, Spallanzani vint à Bologne en retournant à Pavie; il vit Galvani à la hâte, lui fit beaucoup de questions sur son nouveau systême, et finit par toucher quelque chose du soupçon d'une électricité provenant du dehors. Après avoir assez disserté l'un et l'autre sur cet objet: « Je suis, dit Spallanzani, tellement frappé de votre expérience de la grenouille plongée dans l'huile, qu'à mon avis rien n'a été jusqu'ici trouvé de plus propre à repousser le doute d'une électricité extérieure. » Je rappelle avec plaisir cette approbation d'un grand homme, dont le suffrage honore la théorie de l'électricité animale, et fait espérer que, si elle peut un jour le voir se livrer avec ardeur aux recherches qu'elle exige, elle trouvera dans la physiologie un nouvel éclat à l'aide d'un aussi brillant génie.

§ III. A ces expériences vinrent naturellement s'ajouter plusieurs réflexions: comment, et pourquoi, si l'atmosphère était la cause des contractions, verrait-on, par la même électricité qui étend son influence sur un animal, rendre électriques par défaut quelques-unes de ses parties, et quelques autres par excès? pourquoi

l'électricité n'affluerait-elle pas également, quand on couvre l'extrémité d'un arc fort long d'une enveloppe idio-électrique ? enfin pourquoi verrait-on toujours que le même arc tenu par le même homme, dans la même atmosphère, attire tantôt l'électricité la plus faible, capable à peine d'imprimer des mouvements aux cuisses des grenouilles les plus grêles, et tantôt une beaucoup plus abondante, qui produirait des contractions dans les cuisses bien plus volumineuses d'un agneau ou d'un veau? Enfin nous avons pensé qu'il serait avantageux, pour les animaux, d'être doués d'une électricité intérieure, propre à les garantir des injures de l'électricité atmosphérique surabondante. Sans cela, il serait à craindre que dans les orages, les corps humains ne s'emparassent avec trop d'avidité de l'électricité répandue autour d'eux, et n'en fussent quelque jour malheureusement consumés. Voilà sur quoi je réfléchissais en moi-même, tout en cherchant à établir par de nouvelles preuves l'existence d'une électricité résidente dans les muscles des animaux.

§ IV. Quelque capables cependant que fussent ces observations de diminuer, ou même de détruire entièrement le soupçon de l'influence de l'air, beaucoup de personnes croyaient encore avoir à se défier de l'action des métaux. On voyait s'augmenter de jour en jour cette assertion déja si répandue contre l'électricité animale, que toutes les contractions ne doivent leur origine qu'à celle qui se trouve dans les armatures, et non à aucune

vertu électrique résidant intrinséquement dans les animaux. Cependant Carradori, dans des lettres, modéra la vivacité de ces déclamations, parla avec plus de réserve de l'électricité animale, qu'il avait d'abord dédaignée, et alla jusqu'à mettre en avant, pour sa défense, plusieurs observations savantes ; mais bientôt le professeur Volta, fameux par les expériences ingénieuses qui lui sont devenues si familières, vint tout-à-coup élever les doutes les plus graves dans plusieurs lettres qu'il nous a d'abord adressées, et qu'il a ensuite rendues publiques dans le Journal de physique de Pavie : mais toute la force de ces objections ne consiste qu'en ce que l'on est toujours obligé, pour produire une contraction, de se servir de métaux hétérogènes, dont les uns attirent l'électricité, tandis que les autres la donnent, et que l'on n'excite de mouvements musculaires que lorsque la double électricité des métaux se met en équilibre.

§ V. Qui pouvait ne point se laisser séduire par une théorie si simple, et présentée sous des dehors aussi ingénieux? Cependant les expériences de Galvani, et celles que j'ai faites moi-même par la suite, m'empêchèrent entièrement d'y adhérer. On voit en effet, dans les premiers Mémoires de Galvani (comme j'en ai souvent acquis la preuve), que les muscles et les nerfs de grenouille, plongés séparément dans deux vases remplis d'eau, éprouvent constamment les contractions les moins équivoques à l'approche d'un arc métallique. Voilà donc une contraction musculaire déterminée par un seul arc et par

un seul métal. Des grenouilles suffoquées dans le vide ou dans un air condensé, et disséquées ensuite à la manière ordinaire, manifestent des contractions sans aucune armature, à la simple communication des muscles et des nerfs par un arc d'argent; et ce n'est pas seulement des grenouilles les plus grandes et les plus fortes qu'on obtient un pareil effet, mais les plus petites et les plus faibles le décident également. Certes, il faut bien alors qu'il n'y ait pas dégagement d'électricité des diverses armatures métalliques, puisque c'est le même arc que l'on applique sur les muscles et sur les nerfs. Si l'on veut, en examinant l'arc dans ses différentes parties, le soupçonner d'hétérogénéité, quelle raison y aurait-il de n'en pas accuser de même tous les autres arcs, avec lesquels on pourrait obtenir les mêmes résultats? et si, après en avoir employé plusieurs, on en avait trouvé un le moins hétérogène qu'il soit possible, certainement ce ne serait pas dans l'hétérogénéité de la matière métallique, mais dans les diverses parties des animaux, qu'il faudrait chercher le développement et l'action de l'électricité.

Au milieu de ces réflexions, Galvani vint annoncer à notre Académie qu'il avait reconnu des contractions dans des grenouilles nouvellement disséquées, sans le secours de la machine pneumatique, sans armatures d'aucune espèce, et par le simple attouchement d'un arc homogène. Carradori obtint le même résultat dans le cours de ses opérations; il hésita d'abord à admettre ce fait, mais il finit par le regarder bientôt comme constant et

assuré. Quoique mes observations soient parfaitement d'accord avec celles de ces physiciens illustres, j'ai trouvé en outre que l'action de la machine pneumatique, même sans l'addition d'aucune armature, excitait dans les grenouilles une électricité plus abondante.

§ VI. Cependant, afin que la suite de mes expériences vînt toujours d'avantage à l'appui de la doctrine de l'électricité animale, et considérant la difficulté de trouver des métaux solides qu'un chimiste scrupuleux pût reconnaître pour parfaitement homogènes, j'eus recours à un métal liquide, c'est-à-dire au mercure, et je le fis auparavant dépouiller, par tous les moyens connus, des principes étrangers qu'il aurait pu contenir. Pour que le métal pût remplir sûrement les fonctions des armatures et de l'arc qui les joint ensemble, j'ai imaginé plusieurs appareils, qui, quoique tendant tous au même but, ont cependant chacun besoin d'une description particulière, à cause de leurs usages différents. Deux vases de verre sont placés l'un au-dessus de l'autre (pl. 10, fig 1); le supérieur, qui est rempli de mercure, reçoit la moelle épinière d'une grenouille préparée à cet effet; le fond en est percé d'un trou, que l'on ouvre à volonté, et qui laisse couler le mercure, de manière à toucher dans quelque point les muscles placés au dessous. Quand on établit cette communication, les muscles se contractent: cependant l'arc est de mercure, l'armature en est aussi; l'électricité est la même dans tous les deux; donc on ne devrait attendre aucune action de l'électricité extérieure. Ainsi vous

observez une contraction dont on ne peut en chercher la cause dans l'électricité des métaux. Mais le mercure, en tombant, ne tirerait-il pas l'électricité des parois du verre contre lesquels il frappe, de même que la partie supérieure d'un baromètre brille tout-à-coup d'une lumière électrique, lorsqu'on agite le mercure par la plus légère oscillation ? Ceux qui craignent cet effet de la part du verre n'ont qu'à employer des vases de bois, et ils reconnaîtront aussitôt combien leur soupçon était peu fondé.

§ VII. Dans l'emploi de cet appareil, il faut être en garde contre plusieurs circonstances, qui pourraient faire accuser la machine tandis qu'on ne serait en droit de blâmer que celui qui en dispose avec maladresse. Il arrive, par exemple, que la moelle épinière, à cause de sa légèreté, demeure à la superficie du mercure, tandis qu'elle doit, au contraire, y être plongée. On se servira donc d'un arc de verre ou d'un autre corps idio-électrique, pour la presser de manière à en produire l'immersion totale : sans cette précaution, de fâcheuses anomalies viendront s'opposer au succès de l'expérience. Pour les écarter encore plus facilement, prenez un syphon de verre (pl. 10, fig. 2) à deux branches, dont l'une soit plus large, et se replie supérieurement au-dedans d'elle-même en forme d'entonnoir terminé inférieurement par une ouverture que l'on puisse fermer à volonté. Versez du mercure par la branche la plus étroite du syphon; il se portera dans la plus large, mais il ne pourra parvenir jusqu'à l'intérieur de sa portion conique, à moins

que l'on n'en ôte le bouchon. Après avoir disposé les choses de cette manière, placez dans la branche la plus étroite la moelle épinière d'une grenouille qui plonge dans le mercure, et que ses muscles soient repliés à la surface de la cavité conique, dans laquelle vous laisserez entrer le mercure. Ce fluide, aussitôt en reprenant son équilibre, couvrira les muscles, et il y aura contraction; car il se formera, de la moelle épinière aux muscles, un arc de mercure propre à les exciter promptement.

§ VIII. Mais, pour arriver à l'expérience proposée de la manière la plus simple, voici le procédé facile que j'ai mis en usage. Prenez un vase de verre rempli de mercure (pl. 10, fig. 8.), sur lequel surnagent les muscles d'une grenouille préparée, et que la moelle épinière soit suspendue par un fil de soie, à quelque distance de la superficie du métal, de sorte qu'on puisse l'en approcher à volonté en laissant descendre le fil. Lorsque vous produirez ce contact, il y aura une contraction qui ne manquera jamais, si l'on substitue au mercure une plaque d'or ou d'argent; ce métal néanmoins semble un peu inférieur à l'or dans la propriété de conduire l'électricité animale. Ces phénomènes ont lieu, non-seulement sur une grenouille entière, mais encore sur celle qu'on a longitudinalement divisée en deux portions égales, et qui, au moment où elle atteint le mercure par la méthode que nous venons de décrire, se contracte avec véhémence. Quand je soumis ces expériences à l'examen de Galvani, auquel je faisais part de tous mes travaux, il me témoigna

du regret de voir qu'elles n'avaient encore été entreprises que sur des grenouilles, et m'engagea vivement à les recommencer sur des animaux à sang chaud. A l'instant il lui fallut subir la peine de cette plainte, dictée par l'amitié; car, comme ce genre d'expérience exigeait toute l'adresse du disséqueur, j'eus recours à Galvani lui-même, comme si d'ailleurs l'électricité animale, sollicitée par ses propres efforts, devait être moins difficile à se montrer. Ainsi je soutiens avec la main, dans une position verticale, la jambe disséquée d'un poulet ou d'un agneau, de manière que les muscles, mis à découvert, communiquent avec le mercure; puis j'élève le nerf crural, qui n'est garni d'aucune armature, et l'abandonnant à lui-même, il touche librement la superficie du métal: je vois s'opérer alors des tremblements et des contractions violentes dans toute la jambe: le même effet ne manque jamais d'avoir lieu, si je fais usage de l'appareil décrit ci-dessus (pl. 10, fig. 2.) Voilà les essais que j'ai tentés sur des animaux à sang froid et à sang chaud.

§ IX. Je n'ignorais pas, en les publiant, que des physiciens attribueraient les contractions obtenues à une action stimulante de mercure sur la moelle épinière, ou à une électricité communiquée par les corps environnants, plutôt qu'à l'électricité propre des animaux. C'est pour cela que je proposerai volontiers à ceux qui partagent cette opinion, de soutenir verticalement avec la main l'extrémité des cuisses d'une grenouille, et de ne presser sur la surface du mercure que la seule moelle

épinière; ils n'auront jamais de contraction, tant que les muscles ne toucheront point aussi le mercure. Qu'ils plongent encore, s'ils veulent, la moelle épinière, dans de l'eau salée ou dans du vinaigre, la contraction manquera très-souvent, quoique sollicitée par une puissance mécanique, et bien que l'acide soit très-propre à faire les fonctions de stimulant. On voit que, dans le syphon dont nous avons fait usage ailleurs (pl. 10, fig. 2.), il n'y a aucun effort, et l'on n'y découvre que le léger mouvement d'oscillation dont le fluide a besoin pour se remettre en équilibre. Enfin nous avons observé que les deux vases étant remplis également de mercure, si l'on ôte le bouchon, de manière que le fluide en tombant ne frappe point les muscles, il s'opère néanmoins une contraction, ce qui doit être une preuve nouvelle que l'effort mécanique n'y prend aucune part.

§ X. Mais qu'avais-je à craindre de ces excitateurs, ayant déja reconnu, par l'expérience, que, dans bien des cas, l'effort le plus violent sur les muscles et les nerfs, ne produit aucune contraction? J'ai fait des essais sur des animaux morts, non pas dans le temps où ils possédaient encore une irritabilité vive et brillante, mais lorsque, languissante, elle commençait à s'éteindre : les aiguilles, les acides, les stimulants les plus actifs, ne pouvaient plus la ranimer; elle paraissait tout-à-fait détruite. J'ai cependant vu dans les animaux à sang chaud et à sang froid, pourvu que l'expérience ne se fît pas au-delà d'un certain temps, j'ai vu, dis-je, l'irritabilité, indépendante de tout

effort mécanique, obéir constamment à la puissance de l'arc, et les mouvements décidés uniquement par la tendance de l'électricité animale à l'équilibre. Quant aux grenouilles, comme elles sont plus commodes pour les expériences, je les ai soumises à un plus grand nombre de stimulants mécaniques : je plongeais dans les acides la moelle épinière ou les nerfs, je les perçais avec une aiguille, je coupais les nerfs, quelquefois même je retirais du canal vertébral toute la substance médullaire, et tout cela n'opérait aucun mouvement. Eh bien! ces mêmes nerfs, ces mêmes muscles, qui avaient soutenu les attaques de stimulants si variés, se contractaient subitement à l'approche de l'arc et des plus petites armatures. Je me réserve d'étendre davantage ces détails lorsqu'une occasion plus convenable se présentera de comparer le pouvoir des excitants hallériens avec les effets du galvanisme.

§ XI. Après avoir détruit toute action de la part des excitateurs, écartons maintenant le soupçon d'une électricité extérieure. Prenez un cylindre de verre qui se termine par un col, et mettez-y une grenouille disséquée à l'ordinaire avec une petite quantité de mercure; inclinez le cylindre, en sorte que le mercure en occupe la partie inférieure, et présente aux muscles une armature qui leur soit très-appropriée; que l'extrémité du col du cylindre soit fermée hermétiquement à la lampe de l'émailleur : il ne restera plus aucune communication entre la grenouille enfermée et l'air extérieur. Actuellement si l'on donne au tube une position telle que le mercure touche

en même temps le muscle et la moelle épinière; l'arc ainsi formé, il y aura certainement contraction. Si vous répétez la même expérience avec le tube plongé dans l'huile, la contraction sera également déterminée; mais il faut alors, avec un fil de soie, détourner un peu le tube de verre de sa position, afin de pouvoir à volonté faire couler le mercure, de manière qu'il soit établi un arc entre les nerfs et les muscles.

§ XII. Il n'est pas permis, dans ce cas, d'attribuer les mouvements que l'on a obtenus à l'arc ou aux armatures, qui, étant formés de mercure seul, ne peuvent produire une double électricité nécessaire pour exciter la contraction. Et quand même nous voudrions, en forgeant les suppositions les plus absurdes, accorder au mercure seul une double électricité, on ne pourrait en attendre qu'une seule contraction, et non pas toutes celles qui la suivent. Car, lorsque les corps inorganiques se sont une fois déchargés de leur électricité naturelle, et qu'ils ne peuvent en puiser de nouvelle dans les corps qui les environnent, ils n'ont aucun moyen de réparer la force qu'ils ont perdue; mais cette puissance créatrice, dont sont privés les corps inerts, l'on ne s'étonnera point de la trouver dans les parties animales, tant qu'elles restent douées d'un principe de vie. D'ailleurs il n'y a pas le plus léger doute à élever sur la transmission d'une électricité extérieure, soit du tube de verre qui reçoit le mercure, soit de l'atmosphère environnante, et séparée de la moelle épinière par une triple barrière de corps idio-électriques; savoir, l'air

le verre et l'huile. J'ai vainement tâché de simplifier le procédé déja exposé ; j'ai répété l'expérience précédente, en plongeant une grenouille disséquée dans l'huile, et en approchant des armatures un arc isolé. J'ai obtenu quelquefois les contractions; mais j'ai toujours été forcé d'en revenir à ma première méthode par d'inévitables anomalies; entre autres inconvénients, il arrivait que l'huile, en adhérant à l'arc et aux armatures, s'opposait à une communication immédiate entre eux.

§ XIII. En publiant ces détails, je prévoyais sans peine que les partisans de l'électricité provenante des métaux me presseraient toujours vivement sur ce que, soit en faisant usage d'armatures pour obtenir des contractions, soit en les proscrivant, j'employais toujours l'arc, qui est lui-même une armature. Je ne nierai point que les métaux n'aient, dans ces cas, facilité le développement de cette électricité animale, que la nature si féconde, peut d'ailleurs par d'autres moyens reproduire avec une variété sans bornes; mais, au lieu de regarder les substances métalliques comme la cause des contractions dans les animaux, je persisterai toujours à les envisager seulement comme une condition favorable à la manifestation de l'électricité qu'ils recèlent. Car, si vous avez besoin d'armatures pour électriser les corps idio-électriques, vous n'attribuerez pas pour cela à l'arc ou aux armatures, la commotion produite par la bouteille de Leyde. En effet, le carreau magique-électrique, ou la bouteille de Leyde, contiennent encore beaucoup d'électricité après

que les armatures ont été déchargées. Electrisez une bouteille de Leyde remplie d'eau, videz-la ensuite, et de rechef remplissez-la d'une eau qui ne soit pas électrisée: au moyen de l'arc, vous mettrez en communication les deux surfaces opposées, vous ressentirez la commotion. Cette expérience très-simple s'accorde avec beaucoup d'autres faites précédemment par Wilson, Tibérius Cavallo, et plusieurs autres physiciens. Les armatures servent donc puissamment à attirer et à accumuler l'électricité dans les corps; mais ce ne sont pas elles qui leur fournissent celle qui s'y trouve rassemblée.

§ XIV. Si vous admettez dans l'électricité ordinaire, les raisonnements que nous venons d'exposer, il n'y a pas de motif pour les rejeter dans les phénomènes de l'électricité animale; car nous voyons la contraction dans les animaux, comme l'explosion dans le carreau magique, ou dans la bouteille de Leyde. C'est pourquoi, afin de démontrer que l'action des métaux était absolument nulle, on a employé d'abord les ressources de la physique, ensuite les simples forces de la nature, pour mettre en équilibre l'électricité des deux armatures et celle de l'arc. Un homme isolé, tenant à la main un arc métallique et une grenouille disséquée, garnie d'armatures hétérogènes, était chargé d'électricité, avec tout ce qui lui appartenait. Voilà un homme devenu électrique par excès, ainsi que la grenouille, les armatures et l'arc. Dans cette expérience, tout ce qu'il y a de métallique ayant son électricité en équilibre, ne peut produire de contraction;

donc, si vous en observez au simple attouchement de l'arc sur les armatures, on ne peut l'attribuer à l'électricité extérieure, mais seulement à celle qui est dans la grenouille. Or, les contractions disparaissent, si vous ne touchez que l'une ou l'autre des armatures; elles reviennent aussitôt si vous les faites communiquer au moyen de l'arc : ce qui démontre bien la grande puissance de celui-ci pour faire sortir l'électricité qui existe dans les corps. Ce ne serait pas être constant dans ses principes que de chercher dans l'électricité communiquée par l'homme isolé la cause des contractions observées; car alors ce serait accorder à l'homme l'électricité animale, que l'on refuse à la grenouille : opinion absolument insoutenable sous tous les rapports. Mais enfin, puisqu'il s'agissait de détourner le soupçon d'une électricité communiquée, il fallait que les expériences fussent absolument exemptes de toute influence d'électricité artificielle.

§ XV. Ainsi l'on rappelle l'équilibre dans les armatures, en les appliquant l'une à l'autre. Cette manière simple d'opérer est empruntée des physiciens, qui, lorsqu'ils veulent rétablir l'équilibre, ont coutume d'appliquer les corps électrisés par excès à ceux qui le sont par défaut. Plongez dans l'eau la moelle épinière d'une grenouille privée de toute espèce d'armature, et étendez les muscles sur un plan idio électrique : le vase doit représenter, en quelque sorte, un syphon par l'addition d'un tube étroit, au moyen duquel il puisse recevoir la moelle épinière, non pas surnageant au fluide, mais en étant recouverte

entièrement. Je fus satisfait de voir combien une telle manière de procéder était convenable à mes vues. Laissez flotter au-dessus de l'eau, mais un peu loin de la moelle épinière, une feuille d'étain; touchez, d'une main légèrement mouillée d'eau, les muscles, et de l'autre, la feuille d'étain avec un arc d'argent, vous aurez une contraction subite. La constance de ce phénomène me frappa tellement, que je ne pus m'empêcher de raisonner ainsi : il s'opère un mouvement musculaire là où la grenouille ne touche rien de métallique ; car tout ce qui est métal est éloigné de la grenouille ; et si ce métal avait par lui-même une électricité différente, elle se mettrait en équilibre. Je ne vois donc rien d'emprunté au dehors, qui ait pu produire la contraction dans la grenouille; et quoique les métaux viennent à se toucher en s'équilibrant, et que ce contact soit immédiatement suivi d'une contraction, on ne doit en concevoir aucune crainte de communication d'une électricité extérieure. Ceci est victorieusement prouvé par les métaux eux-mêmes mis en équilibre avant la contraction. Qu'une des mains légèrement mouillée touche les muscles, et que l'autre, tenant une pièce d'or couverte en partie de la feuille d'étain, la plonge dans l'eau, il y aura contraction rapide. Cependant les deux métaux étaient en équilibre avant elle; ainsi ils ne peuvent réclamer aucune part dans la contraction, qui, par conséquent n'a dû avoir lieu qu'au moyen d'une électricité intérieure. Si vous substituez à l'eau commune de l'eau salée, du lait, du petit-lait ou du sang, la contraction

se manifestera pareillement. Il en sera de même si vous employez un morceau d'argent, de fer ou de laiton couvert d'étain. L'étain cependant, avant la contraction, était en équilibre avec les autres métaux, et l'effet n'en a été nullement troublé. Il n'est pas nécessaire non plus de toucher les métaux avec la main ; car, si quelqu'un approche de ses lèvres ou de l'extrémité de sa langue la feuille d'étain, et qu'un fil d'argent s'étende depuis l'étain jusqu'à la moelle épinière, entièrement dépourvue d'armature métallique, la contraction sera évidente toutes les fois que la main mouillée complétera l'arc en s'appliquant aux muscles.

§ XVI. Toutes nos recherches ont été jusqu'ici dirigées vers les mouvements musculaires : qu'il nous soit donc maintenant permis de les porter quelques instants du côté des sensations. Au moyen d'une machine électrique ordinaire, chargez d'électricité un homme isolé, et qu'il approche l'arc d'argent de la pointe de sa langue couverte avec la feuille d'étain : cette augmentation de fluide électrique rendra les armatures et l'arc électriques au même degré. On ne pourra donc pas supposer que l'une des deux armatures soit positive et l'autre négative, et l'on ne devra s'attendre à aucun passage d'électricité, à aucune saveur qui en soit l'indice ; cependant alors même la langue a été frappée d'une saveur acide : ce n'est donc ni l'arc, ni les armatures qui l'ont produite, mais l'électricité naturelle des muscles et des nerfs. Ainsi la nécessité d'un arc interne, qui s'annonce dans les phénomènes

précédents, appuie l'action d'une électricité résidante; car, pour frapper le goût par l'électricité animale, il ne suffit pas d'approcher l'extrémité de la langue de métaux différents; mais il faut encore former un arc vers les muscles de la langue, ou vers d'autres plus éloignés. Après avoir fait, pour la première fois, ces expériences, j'ai eu la satisfaction d'apprendre que Volta * les avait confirmées et enrichies de nouvelles observations; car ce que j'avais obtenu dans l'eau, il l'a rencontré de plusieurs manières dans le charbon et dans les métaux.

§ XVII. L'expérience suivante prouvera, je crois, que les phénomènes rapportés plus haut proviennent tous de

* Le professeur Volta, en m'informant par ses Lettres qu'il avait répété de mes expériences, ajoute : « La plus facile et la plus sûre manière de faire cette « expérience, est de plonger en grande partie un plat d'argent dans un seau, « ou un vase de verre plein d'eau; de s'appliquer ensuite au bout de la langue « une petite feuille d'étain, qui, par une extrémité sortant de la bouche, se « mettra en contact avec le bassin d'argent, soit d'une manière immédiate, soit « au moyen d'un troisième métal quelconque : alors il faudra plonger la main « dans l'eau, même avec le métal, si l'on veut sentir la saveur acide se dévelop- « per d'une manière graduée et brusquement pour en recevoir l'impression subite. « Au défaut du plat d'argent, une cuiller de même métal à moitié dans l'eau, « pourra, si elle est d'une grandeur suffisante, déterminer le même effet, à-peu- « près dans une égale intensité : au contraire, un fil d'argent employé de la « même manière, ne donnera naissance qu'à une saveur très-légère. Si le vase « qui renferme l'eau est d'argent, le plat et la cuiller sont également superflus, « ce vase lui-même étant alors l'armature la plus convenable du liquide; il « suffira d'y plonger la main, et de mettre en contact le vaisseau avec la feuille « d'étain appliquée à la langue, pour sentir une saveur très-vive. »

l'arc interne. Que d'une main mouillée on approche de l'extrémité de la langue un arc métallique ou un charbon recouvert avec de l'étain et non isolé, la sensation de la saveur acide, que l'on ne pouvait auparavant obtenir, se produira sur-le-champ. Cependant la même expérience présente des deux manières des armatures différentes mises en contact, et ramenées à l'équilibre ; pourquoi donc le résultat de l'expérience n'est-il pas le même? car, lorsque le charbon ou les métaux touchent la main humide, il se fait une circulation rapide et continuée des muscles éloignés aux nerfs de la langue, qui, se trouvant interrompue par l'interposition d'un corps idio-électrique, ôte toute espèce de sensation de saveur. Il reste donc bien établi que, pour exciter les sensations du goût, il faut encore, outre l'attouchement des armatures extérieures, un arc interne qui remette en équilibre l'électricité animale. Carradori a justifié mes observations d'une manière décidée *, lorsque, cherchant à exciter en même temps dans deux hommes la sensation du goût, il a reconnu qu'il

* De la même manière qu'en opérant sur deux grenouilles, dont les nerfs cruraux sont également découverts, mais dont un seul est armé, la contraction s'excite dans toutes deux, quand on établit un conducteur entre l'armature de l'une et le nerf de l'autre; de même j'ai observé que l'on peut faire éprouver à deux personnes à-la-fois la saveur alkaline et la saveur acide, quand on couvre la langue d'une feuille d'étain chez l'une, et d'une lame d'or ou d'argent chez l'autre, et que l'on fait communiquer les armatures. Mais il est nécessaire que les deux personnes aient déja entre elles quelque communication ; il suffit pour cela que le sol soit humide, et leurs chaussures un peu mouillées.

fallait absolument former entre eux un arc, soit par la jonction de leurs mains, soit en humectant le sol sur lequel ils étaient placés.

§ XVIII. Le célèbre Volta m'avait invité, par ses lettres, à essayer d'obtenir des contractions sans employer absolument aucun métal : il me vantait beaucoup le charbon dont il avait fait usage le premier, comme d'une armature excellente pour l'électricité animale. Je n'eus donc rien de plus pressé que de répéter les procédés divers exposés plus haut, ayant grand soin d'en écarter toute substance métallique. J'y fus encouragé par le professeur Laghi, qui, dans des vues d'intérêt public, ayant présenté à notre académie l'analyse du bois bitumineux du pays, voulut que ses procédés chimiques fussent ouverts à mes recherches. Il fut démontré constamment que presque tous les charbons non fossiles des végétaux fournissaient la plus excellente armature, et, lorsque je m'en servais, je n'avais certainement pas lieu d'en regretter de métalliques. C'est pourquoi, dans l'expérience de Galvani, que l'on appelle le *carillon animal*, on a substitué avec avantage une plaque de charbon à une d'argent; les arcs de métal ont aussi fait place à ceux de charbon. Tous ces phénomènes ont été produits par le charbon végétal ordinaire : au contraire, on n'a pu les obtenir avec la houille de notre pays, ni avec celle d'Angleterre. J'ai employé les divers éléments tirés des cendres de notre charbon fossile, savoir, de l'acétite de chaux, de la terre silicée à demi-vitrifiée par le secours de la potasse, enfin de la terre argileuse : mais

toutes ces substances n'ont produit qu'une armature absolument sans effet pour l'électricité animale. Les cendres de notre charbon fossile et de celui d'Angleterre n'ont pas réussi davantage.

§ XIX. Dans tous ces résultats je ne vois rien qui ne soit parfaitement d'accord avec la théorie de l'électricité générale ; car le bitume, naturellement combiné dans le charbon devenu fossile, lui ôte toute faculté de servir de conducteur à l'électricité animale. L'évènement a confirmé cette conjecture ; car j'ai employé, après les avoir fait brûler, des charbons fossiles, tant de notre pays que d'Angleterre, et ils ont présenté aussitôt une armature d'un excellent usage, parce que l'action du feu avait enlevé au charbon les principes idio-électriques qui arrêtaient auparavant la circulation de l'électricité animale. Au milieu de ces opérations, il survint un phénomène qui fit singulièrement éclater le caractère de l'électricité ; car ayant placé sous la moelle épinière des charbons fossiles brûlés, et ayant formé un arc des muscles aux charbons, je vis la contraction se manifester constamment à certains points déterminés, tandis que toujours elle se refusait dans d'autres : ce qui tenait à ce que, dans le même charbon, l'action du feu avait rendu certaines parties propres à servir de conducteur, et que d'autres, chargées d'un principe bitumineux plus abondant, étaient restées dans leur premier état d'idio-électricité. Ainsi, quoique les charbons fossiles puissent devenir propres à faire des conducteurs, il sera toujours vrai que les charbons

ordinaires doivent avoir la préférence. De-là naquit l'espoir de ramener toutes les contractions aux méthodes que j'ai rapportées, en n'employant que des armatures de charbon, et écartant toute espèce d'arc métallique. Des grenouilles extrêmement vigoureuses furent soumises à une nouvelle épreuve, et l'on choisit à dessein dans un grand tas de charbon, celui qui parut le plus propre à transmettre l'électricité animale: on peut juger, tant par les observations intéressantes de Tibério Cavallo, que par ce que nous avons établi ci-dessus, quel soin il faut apporter à ce choix. On couche donc dans le charbon les muscles d'une grenouille disséquée; et la moelle épinière sans armature est suspendue à un fil de soie, de manière qu'en la baissant à volonté elle touche le charbon. Lorsque j'employais dans l'expérience des grenouilles vigoureuses, la contraction était vive et rapide : ce que Galvani lui-même confirma ensuite par ses observations. Ainsi voilà une contraction produite sans le secours d'aucun métal; comment donc pourriez-vous invoquer le pouvoir des métaux, en ne vous servant que de corps d'une nature très-différente ? Si la moelle épinière, ou les muscles seuls communiquent séparément avec le charbon, la contraction manque absolument; ce qui fait bien voir que, pour l'obtenir, il faut que l'arc et les armatures soient également formés de matières charbonneuses. Cette expérience a mis le terme aux travaux que je m'étais proposés; il ne me reste donc plus qu'à rassembler en peu de mots tout ce que l'on peut déduire des faits que j'ai présentés en détail.

§ XX. D'abord il est constant que 1.° l'emploi des métaux différents n'est pas nécessaire pour opérer des contractions ; un seul suffit à cet usage : l'argent et l'or surtout sont à préférer pour exciter les animaux les plus robustes.

2°. S'il reste quelque soupçon d'hétérogénéité sur les métaux solides, on l'écartera facilement en se servant de mercure rectifié par les procédés chimiques.

3.° On produit une contraction lorsque l'une des armatures et l'arc sont de mercure, et que ce métal coulant ne touche point les muscles : en conséquence on n'est pas autorisé à recourir à l'action d'un stimulant, que beaucoup d'expériences ont démontrée nulle.

4.° Quand l'électricité externe des armatures et de l'arc équilibré naturellement, ou par des procédés artificiels, est incapable de déterminer aucun effet, il se développe néanmoins une électricité animale qui commande les contractions.

5.° Enfin il paraît qu'il ne peut rester aucun soupçon de l'électricité des métaux, quand les arcs et les armatures sont de charbon; car, puisque vous n'employez rien de métallique, vous ne pouvez pas attribuer aux métaux le développement de l'électricité animale.

Tels sont les travaux auxquels je me suis livré pour confirmer l'existence d'une électricité inhérente aux animaux, résultante de leur organisation, et entièrement indépendante de l'empire des métaux. Si je me suis rapproché du but honorable que je m'étais proposé, je croirai avoir

bien mérité et de la science elle-même et des hommes illustres qui la cultivent.

Mais, si le succès a trompé mon espoir, on pardonnera aux efforts que j'ai dû tenter pour repousser les attaques dirigées contre une doctrine nouvelle, dont notre Académie a été le berceau, et dont ma famille a vu dans son sein se former le premier germe.

---

De toutes les questions auxquelles le galvanisme a donné naissance, aucune n'avait autant agité les savants, aucune n'avait élevé, à l'époque où j'écrivais le Mémoire précédent, de si vives et aussi longues discussions que celle de savoir si les métaux homogènes, employés comme armatures des nerfs et des muscles, étaient susceptibles de décider des contractions. Trop long-temps les assertions hypothétiques, les opinions vagues et particulières, s'étaient arrogé le droit de donner des solutions diverses à cet important problème. Peut-être les expériences que j'ai consignées dans ce Mémoire, auront-elles contribué à établir la vérité sur des bases certaines. Voici comment le célèbre Humboldt s'exprime à cet égard, en m'accordant au reste des éloges bien supérieurs à tous mes travaux. Ce morceau pouvant intéresser les amis de la Science, je me détermine à le transcrire, malgré ce qu'il m'en coûte pour rapporter des expressions très-flatteuses, que je me crois loin de mériter.

« Aldini, à Bologne, a ouvert une route plus sûre : il a fait connaître « ses expériences avec le mercure ; et il a surpassé tous ceux qui l'a« vaient précédé dans la même carrière par la variété, par la délica« tesse de ses expériences, et par la méthode ingénieuse qu'il a adoptée. « Mais ses résultats tendant à renverser une théorie généralement re« çue, et à laquelle on était fortement attaché, il eut le sort de tous « les savants en pareil cas ; on nia les faits qu'il rapportait, on l'accusa « d'erreur.

« Volta répondit aux expériences faites avec le mercure, qu'il y a « une grande différence entre la surface de ce métal et l'intérieur de « sa masse, parce que la surface s'oxide par le contact de l'air atmos- « phérique ; qu'en conséquence, dans l'expérience d'Aldini, l'arc con- « ducteur n'est homogène qu'en apparence, les organes étant plongés « à différentes profondeurs ; que d'ailleurs le mercure produit un choc « dans ces essais, et que ce choc n'étant pas le même aux deux extré- « mités de l'arc, il en résulte un développement inégal de l'électricité. « Les antagonistes d'Aldini n'opposent donc aux phénomènes qu'il a « décrits, que des réfutations hypothétiques ; on pourrait leur répli- « quer de même ; mais comme il vaut beaucoup mieux recourir aux « expériences en physique, je me suis occupé de recherches propres à « dissiper tous les doutes.

« J'ai purifié le mercure par tous les moyens connus : une grande « quantité fut versée dans trois vases de porcelaine, et comme je compris « que, si je faisais plusieurs expériences avec la même quantité de « mercure, on objecterait qu'il était sale par le contact des substances « animales, je ne fis qu'une seule expérience avec le mercure de « chacun des vases.

« Je préparai plusieurs cuisses de grenouilles, de manière qu'une « portion du nerf crural, et un morceau de muscle de même lon- « gueur fussent pendants. J'assujettis horizontalement un tube de verre « au-dessus d'un vase contenant du mercure ; je plaçai autour de ce « tube deux fils de soie, avec lesquels je suspendis la cuisse de manière « à pouvoir faire descendre à volonté le nerf et le muscle. J'approchai « la cuisse à deux lignes du vase, et j'allongeai ensuite le fil assez pour « que le nerf touchât la superficie du métal. Il n'y eut point alors de « contractions ; mais, dès que le muscle fut mis en contact par l'allon- « gement du fil de soie, tout le membre éprouva une secousse con- « vulsive.

« Le muscle et le nerf, dans cette expérience, ne touchaient le mer- « cure qu'à sa superficie ; ils n'étaient nullement plongés dans ce métal, « et on avait eu soin d'effectuer l'abaissement si doucement, qu'il

« était impossible de soupçonner qu'il y eût un choc, comme dans l'ex-« périence où Aldini avait fait couler du mercure à l'aide d'un syphon. « Ce qui est encore plus décisif, c'est qu'ayant posé sur le mercure « deux morceaux de chair musculaire, à-peu-près d'une ligne et demie « d'épaisseur, dès que le nerf et le muscle venaient à les toucher, la « cuisse se contractait fortement ; si au contraire on avait couvert le « mercure de petits morceaux de papier sec, il ne se manifestait pas « de mouvements galvaniques, lors même qu'on occasionnait un choc « très-fort entre les parties animales et le métal. — *Humboldt* : *Expériences sur le galvanisme, traduites par Jadelot.* Paris, 1799, chap. III, pag. 37.

---

# EXTRAIT

*De quelques expériences sur l'électricité animale, publiées à Bologne en* 1794.

§ I.er Les notions que j'ai données dans mon dernier ouvrage, concernant les effets du galvanisme dans le vide et la célérité de sa propagation, peuvent se lier avec les expériences faites autrefois : je crois par conséquent utile de les rapporter ici comme un développement ultérieur, propre à confirmer les idées déja exposées à cet égard. Le célèbre Moscati avait examiné dans l'air libre l'électricité de quelques animaux suffoqués auparavant dans le vide ; mais il n'avait pas essayé l'électricité animale, en la faisant développer et mettre en équilibre dans le vide même. Cet examen exigeait des appareils adaptés à la nature des expériences.

§ II. Je me suis servi, pour remplir ce but, d'un vase de verre, garni à sa partie supérieure d'une tige de métal que l'on hausse ou baisse à volonté ( pl. 10, fig. 6 ). Dans l'intérieur du récipient on attache à l'extrémité de la tige et à angle droit, un fil de métal, dont un bout soutient une grenouille suspendue par ses muscles, et l'autre une petite chaîne de métal un peu plus longue que la grenouille : on place sous l'appareil une plaque

d'argent. Après avoir soutiré l'air de la cloche autant que possible, on baisse la tige de métal, en sorte que la chaîne métallique, et ensuite la moelle épinière de la grenouille, garnie d'une armature d'étain, touchent l'argent employé à faire dans le vide l'office d'un arc. Le développement de l'électricité animale a toujours été le même qu'à l'air libre; toutes les fois que l'on a formé un arc, baissant la tige, il y avait des contractions dans la grenouille.

Cette méthode a démontré facilement ce que peut une petite différence des contacts pour exciter des convulsions musculaires. Car, lors même que la chaîne et l'extrémité de la moelle épinière touchaient la plaque d'argent, si l'on dérangeait tant soit peu l'arc établi, en remuant la *tige*, il s'excitait de nouvelles contractions. Ce genre d'appareils a été très-commode pour faire dans le vide les mêmes expériences que Galvani avait opérées dans l'air libre.

§ III. Il était difficile de distinguer avec certitude si les contractions étaient plus vives dans l'air raréfié que dans l'air libre: la différence de l'électricité respective était si petite, que l'on ne pouvait pas distinguer tout de suite de quel côté elle était plus forte. J'ai donc voulu éclaircir ce doute par de nouvelles expériences. J'ai coupé par le milieu une grenouille préparée, et, au moyen de la machine dont j'ai donné la description, j'en ai plongé une partie dans le vide. Au bout de quelque temps je l'ai comparée avec celle qui n'avait point

été exposée à l'action du vide; celle-ci produisait, à l'attouchement de l'arc, des contractions plus fortes, tandis que la première en donnait de plus faibles : ce qui prouve évidemment une perte d'électricité occasionnée par le vide; et comme les parties musculaires et nerveuses soumises à l'expérience appartenaient à la même grenouille, on voit bien que toute la différence ne venait que de la seule action du vide.

§ IV. Il n'y a personne qui ne sache que le vide attire un peu d'électricité; ainsi on ne doit pas être surpris s'il y a quelque déperdition dans l'électricité animale. L'analogie de l'électricité commune me guida à des expériences comparatives. Je pris deux bouteilles de Leyde, garnies de la même armature, et je les chargeai d'une dose égale d'électricité ; l'une des deux bouteilles était dans l'air libre, l'autre sous le récipient de la machine pneumatique. Ayant vidé l'air, je sortis la bouteille, et je la déchargeai avec un arc de métal : elle ne donna plus qu'une faible étincelle, tandis que l'autre bouteille présentait encore une électricité très-forte. Je chargeai de nouveau deux bouteilles de Leyde avec la même force, marquant le même degré à l'électromètre : l'une des deux, placée pendant une demi-heure sous le récipient de la machine pneumatique, et retirée ensuite, ne donna qu'une étincelle faible et presque nulle, tandis que l'autre bouteille, placée hors de la machine, avait encore beaucoup d'électricité. Si la bouteille fût restée plus long-temps sous la machine, on y aurait vu l'électricité totalement éteinte,

pendant qu'elle se serait conservée dans celle qui était au-dehors.

§ V. Je n'ai rien négligé dans cette expérience, pour marquer avec la plus grande exactitude les variations produites par le vide. Un grand récipient couvrait la bouteille de Leyde placée dans le milieu ; à quelque distance de ses parois ce récipient de verre s'adaptait exactement au plateau de la machine pneumatique, et ne laissait aucun passage à l'air extérieur, sans interposer des cuirs mouillés, afin que l'on ne pût pas soupçonner que la vapeur de l'eau s'élevant dans le vide par la soustraction de la pression de l'air, ne fît l'office d'un arc. Pour que l'électricité ne se remît pas sur-le-champ en équilibre, les conducteurs des bouteilles finissaient en boules : sans cette précaution, l'électricité se serait bientôt évanouie. J'ai préféré cette forme pour augmenter la difficulté de l'électricité à reprendre son équilibre, et imiter davantage l'adhésion intime de l'électricité animale aux animaux eux-mêmes.

§ VI. Après avoir bien constaté que l'électricité animale se produit dans le vide, j'ai recherché si cette électricité, excitée hors du vide, et conduite dans le récipient pneumatique, pourrait franchir une petite distance dans le vide même. Que la tige de métal soit à la plus petite distance du plateau de la machine pneumatique (pl. 10, fig. 7); placez au-dehors une extrémité d'un poulet ou d'un agneau disséqué comme à l'ordinaire, et dont les muscles communiquent au moyen de la petite chaîne de métal

avec le plateau de la machine, et le nerf armé avec la tige métallique par le moyen d'un arc isolé; baissez la tige après avoir fait sortir l'air, et approchez-la peu-à-peu du plateau qui est au-dessous, sans cependant qu'ils se touchent : vous n'aurez jamais de contractions; mais il s'en manifestera aussitôt, si l'on met la tige en contact réel avec le plateau. Ainsi l'électricité animale ne peut franchir le plus petit espace dans le vide, et c'est en cela qu'elle prend le caractère de l'électricité artificielle, qui ne peut pas circuler facilement, à moins qu'elle ne traverse immédiatement d'excellents conducteurs; car une très-petite quantité de vapeur électrique rassemblée dans une bouteille de Leyde, ne peut pas passer à travers des corps moins propres à la transporter. C'est ainsi que nous voyons que l'électricité ordinaire passe paisiblement au travers de l'eau, prise séparément; mais si elle doit traverser deux conducteurs métalliques placés à peu de distance, elle éprouve une telle difficulté à passer dans l'eau, que le vase de verre, qui la contient, est souvent brisé. En effet, si une forte étincelle électrique, en passant d'un conducteur de métal à l'autre, rencontre de l'eau dans son passage, l'effort produit en cette occasion, est si violent, qu'il se forme une véritable explosion. Donc, pour que l'électricité passe par divers corps déférents, il faut qu'elle soit en assez grande quantité pour surmonter tous les obstacles produits par les plus petites variétés de la conductibilité des substances qu'elle doit traverser; et par conséquent on ne doit pas

s'étonner de ce qu'une faible électricité animale ne puisse franchir le moindre espace dans le vide. Suivons maintenant d'autres phénomènes qui regardent la production de l'électricité animale dans la machine pneumatique.

§ VII. Posez (pl. 10, fig. 9.) dans un récipient de verre, et dans une position horizontale, une grenouille disséquée, garnie de deux armatures ; alors, à l'aide d'une tige, abaissez l'arc de manière qu'il touche les armatures sans toucher la grenouille : jamais la contraction ne manque de se manifester ; il n'est pas même difficile d'exciter dans le vide, avec quelque industrie, une espèce de *carillon animal.* Mettez (pl. 10, fig. 4.) sous un récipient de verre une plaque de métal horizontale, sur laquelle il y ait une lame qui, moyennant l'action de la tige verticale mobile, retienne une cuisse d'une grenouille, ou la laisse tomber à volonté : après avoir disposé ainsi l'appareil, placez une grenouille disséquée, dont une cuisse soit fixée par la tige, sur la plaque métallique ; que la moelle épinière, garnie d'une armature d'étain, soit appuyée sur la plaque d'argent ; tournez la tige métallique de manière que la cuisse de la grenouille puisse descendre librement : alors cette cuisse, abandonnée à elle-même, tombera sur le plateau, et il se formera un arc, des nerfs aux muscles, qui produira des contractions musculaires, répétées en proportion de la vitalité de la grenouille.

§ VIII. Jusqu'ici ce ne sont que des grenouilles mortes

qui ont soutenu l'action du vide ; considérons-les maintenant dans l'état de vie. J'ai placé ( pl. 10, fig 5.) une feuille d'étain sur le dos d'une grenouille attachée par un fil de soie à une plaque d'argent ; deux fils métalliques de différentes longueurs, abaissant la tige dans la cloche de verre, touchaient la plaque d'argent et l'armature d'étain : cet arc établi, on a produit constamment des contractions. Cependant les grenouilles respiraient avec peine, tout leur corps éprouvait des convulsions semblables à celles qui précédent la mort; et tous ces symptômes disparurent lorsqu'elles furent remises dans l'air atmosphérique. L'air raréfié et condensé a offert presque les mêmes phénomènes; car, ayant extrait l'air au plus haut degré de raréfaction, j'ai obtenu des contractions extrêmement fortes par le simple attouchement d'un arc homogène. De même des grenouilles vivantes, après avoir soutenu pendant une demi-heure ou une heure entière l'action d'un air condensé deux fois plus que l'air atmosphérique, ont développé également une électricité très-vigoureuse par le simple attouchement d'un arc d'argent appliqué aux muscles et aux nerfs. Voilà le résultat des expériences tentées dans le vide et dans l'air condensé.

§ IX. Tous les corps jusqu'à présent essayés dans la machine pneumatique ordinaire, avant de ressentir l'action totale du vide, étaient soumis à une pression qui diminuait à mesure que l'on augmentait la raréfaction dans la

cloche de verre. Cela m'a fait imaginer un appareil dont je me sers pour soumettre tout d'un coup, et comme d'une seule impulsion, tous les corps soit solides, soit liquides, à l'action du vide. La cloche de verre, mise en communication avec la pompe pneumatique, est partagée par un plan horizontal en deux capacités égales, entre lesquelles on établit la communication à l'aide d'une valvule : la partie supérieure est remplie d'eau, ou d'un fluide quelconque; dans la partie inférieure est l'air atmosphérique, que l'on pompe avec la machine pneumatique ordinaire. Les choses ainsi disposées, si, après avoir raréfié l'air autant que possible, l'on ouvre la valvule intermédiaire entre les deux cavités, le fluide s'écoule, et il est exposé tout d'un coup à l'action du vide : il en arrive de même à des corps solides plongés dans l'eau à la partie supérieure de la cloche. Cet appareil m'a été d'un grand secours pour donner plus de précision à la méthode proposée, d'exciter l'électricité animale dans le vide : mais, comme il peut encore servir en général à d'autres objets concernant les recherches physiques, je crois devoir renvoyer mes lecteurs aux détails sur sa construction, publiés à Bologne en 1794.

§ X. Enfin j'ai exposé l'électricité animale à l'action des fluides aériformes. Voici en quoi consiste tout l'appareil, avec lequel j'essaie les différentes espèces d'air. Je prends (pl. 10, fig. 3.) un vase de verre fermé par en bas, et dont la partie supérieure finit par un col que l'on

peut fermer par une virole de cuivre garnie d'une tige mobile, comme dans l'appareil dont nous avons donné la description. Le vase étant ouvert, on le remplit d'eau, ou, dans les appareils pneumato-chimiques de mercure, et l'on plonge son col renversé dans une cuve dont on se sert pour recueillir les fluides aériformes. On introduit ensuite dans le vase, par la méthode de Priestley, une espèce particulière d'air, de manière qu'il ne touche pas à l'extrémité du col, mais qu'il reste au-dessus une portion d'eau ou de mercure, qui tombe au fond du vase, lorsqu'on vient à le redresser. On ajuste alors au col du vase la virole de métal, et le conducteur auquel est adaptée la grenouille. Voilà, au moyen de cet appareil, la grenouille plongée à volonté dans le gaz acide carbonique, et d'autres fluides aériformes, afin de pouvoir éprouver l'action constante de l'électricité animale dans chaque espèce d'air. Toutes les fois que vous abaissez avec la tige, la moelle épinière de la grenouille, ainsi que l'extrémité du conducteur, vers la surface de l'eau ou du mercure, vous apercevez les mouvements musculaires les plus violents. J'ai tenté jusqu'à présent mes expériences sur le gaz acide carbonique, et sur le gaz hydrogène, en me réservant de les répéter sur d'autres fluides aériformes : je passe maintenant aux expériences qui regardent la célérité de la propagation de l'électricité animale.

§ XI. De grandes questions ont été agitées parmi les

physiologistes pour évaluer l'énergie dont est fourni le principe excitateur des contractions musculaires : leurs calculs, appuyés sur une fausse doctrine, ont amené à des résultats peu satisfaisants. Je n'ai pas négligé de profiter des connaissances dont la physique s'est enrichie de nos jours, pour entreprendre, par une méthode différente, la même recherche, et j'ai employé de longs arcs métalliques, auxquels j'ai fait parcourir l'électricité animale à volonté. Un long escalier qui conduisait depuis le haut de la maison jusqu'en bas, avec des détours multipliés, m'offrit une lame de fer continue, très-propre à servir de conducteur à l'électricité. Je fis descendre du haut de l'escalier un fil métallique, ce qui forma aussitôt un arc dont la longueur était de cent cinquante pieds. Après avoir ainsi disposé l'appareil, je fis toucher des extrémités de ce long arc les nerfs armés de la grenouille et les muscles. Aussitôt l'électricité animale se porta avec tant de rapidité d'un bout à l'autre de l'arc, que l'on ne put distinguer le moment où la grenouille touchait l'arc, d'avec celui de sa contraction : le même effet eut lieu, en prolongeant le fil de fer jusqu'à 250 pieds. Cependant, pour que l'on ne pût pas attribuer un tel succès à l'action du conducteur métallique, je pris de longues cordes imbibées d'eau salée, et le résultat fut toujours le même. Cette expérience a confirmé d'une manière décisive, le caractère de l'électricité commune dans les forces musculaires, et rectifie les idées que beaucoup

de physiologistes avaient auparavant proposées à cet égard.

§ XII. Les principes de la théorie générale de l'électricité nous promettent des résultats heureux de l'expérience que j'ai déja établie. Beccaria, un des premiers observateurs de la propagation de l'électricité, a distingué une double excursion du fluide électrique : l'une, lorsqu'elle ne fait que passer à travers des corps conducteurs; l'autre, lorsque étant accumulée dans les corps idio-électriques, elle est obligée de passer de l'armature électrisée positivement à celle qui l'est négativement. Beccaria avait assigné à cette première espèce de transmission un espace de temps déterminé, mais aucun à la seconde. Il avait observé que l'électricité transmise à une distance de 500 pieds dans une minute-seconde, il en a fallu trois environ pour parcourir une corde de chanvre de la même longueur, qu'on avait humectée d'eau. Au contraire, en déchargeant avec de longs conducteurs une bouteille de Leyde, il ne put jamais reconnaître la plus petite fraction du temps employé dans cette excursion. Jalabert, Sigaud de la Fond, et d'autres physiciens, ont essayé la célérité du fluide électrique, non dans un cabinet, mais en plein air, le long des bords des lacs et des grandes rivières ; leurs résultats ont été les mêmes. Monnier plaça deux fils de fer parallèles, de la longueur de 1107 pieds, dont les extrémités aboutissaient à un homme placé au milieu, qui les tenait dans ses mains ; mais

dans cette situation, il éprouvait la commotion au moment même où il apercevait l'étincelle tirée de la bouteille, et ne distinguait pas même le moindre intervalle entre l'explosion et la secousse : ce que l'on aurait pu remarquer, si le temps employé dans le passage, avait pu être évalué au quart d'une minute-seconde.

§ XIII. Je pense que, d'après la célérité avec laquelle se transporte l'électricité animale dans nos expériences, l'on peut conjecturer de quelle manière elle agit dans le système des nerfs et des muscles; car s'il n'y avait dans ce passage qu'un seul genre d'électricité, il conviendrait d'observer que l'électricité animale, en circulant des nerfs aux muscles, par un fil de 250 pieds, devrait employer la moitié d'une minute-seconde, puisque cet arc est la moitié de celui que Beccaria avait employé en pareil cas. Cependant on ne remarqua pas la demi-seconde, que les observations de Beccaria exigeaient, lorsqu'il y a l'action d'un seul genre d'électricité; ainsi l'on peut conclure que la transmission de l'électricité animale ne doit pas être rapportée à une seule électricité, mais à un double courant de deux électricités opposées, mises en circulation avec une très-grande rapidité.

Un tel raisonnement acquiert plus de force, et rentre mieux dans les vues de la physiologie, en considérant le courant galvanique excité sans aucun métal, et transmis le long d'un fil de chanvre humecté d'une disso-

lution de muriate de soude. L'on pourra consulter ces expériences, et les développements ultérieurs donnés à ces recherches, dans mon Mémoire con cernant le passage du galvanisme à travers l'Océan et les grandes rivières.



# LETTRES

## ADRESSÉES A L'AUTEUR

### PAR DIVERS SAVANTS;

SUIVIES DE QUELQUES PIÈCES SUR LE GALVANISME.

## VASSALLI-EANDI,

PROFESSEUR DE PHYSIQUE A TURIN,

## A M. ALDINI,

PROFESSEUR DE PHYSIQUE A BOLOGNE.

Turin, ce 17 floréal an XI.

Le cours des expériences publiques à l'Athénée, que j'ai commencé depuis quinze jours, et qui continuera encore six semaines; le perfectionnement des instruments météorologiques, dont je m'occupe pour obtenir un météorographe qui doit marquer à chaque instant la direction et la force du vent, les variations du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre, de l'idiomètre, de l'atmidomètre et de l'électromètre, le tout par une seule horloge, qui sert aussi au public pour régler leurs montres; et quelques occupations de l'académie, ne me permettent pas de donner au galvanisme tout le temps que je voudrais et qu'il mérite bien. Cependant je m'en suis toujours occupé, et j'ai fait plusieurs expériences sur le corps des trois règnes de la nature, dont j'ai écrit les résultats, avec quelques doutes sur la nature du galvanisme et sur ses diverses combinaisons, à la Société Italienne des Sciences; et, dans ce moment, je fais des expériences sur l'action du galvanisme sur la germination, la végétation, sur les germes des animaux, et sur son action chimique sur plusieurs corps, pour en déduire une théorie satisfaisante des phénomènes que j'ai observés. Je dis de ceux que j'ai vus, car plusieurs faits que j'ai lus, et que je croyais vrais, par l'analogie entre l'électricité

et le galvanisme, en les répétant avec toutes les précautions, ont cessé de me paraître tels. C'est ainsi que je me suis assuré qu'un médiocre galvanisme positif (tel que celui d'une pile de 25 couples de disques de cuivre et de zinc, de la grandeur d'une pièce de 5 francs, entremêlés de disques de laine mouillés dans une solution de muriate d'ammoniac), bien loin de favoriser la germination et la végétation, tue les germes en leur donnant une teinte de café brûlé ; tandis que le galvanisme négatif, de la même force, n'empêche pas la germination, ni la végétation, pas même lorsqu'il donne une teinte analogue aux germes. Est-ce au fluide ? est-ce à quelques parties des corps, dont la pile est composée, apportées par le fluide galvanique, que l'on doit attribuer son action sur les germes végétaux ? Mes collègues Giobert et Rossi ne doutent point que le galvanisme n'apporte avec lui des parties des corps d'où il se développe, ou par lesquels il passe ; le premier soupçonne même que la décomposition de l'eau n'a point lieu dans le tube ; mais que les gaz et les oxides y sont apportés tout faits de la pile par le fluide. Les expériences directes (dont je vous écrirai les détails une autre fois), que j'ai faites pour éclaircir cette question, m'ont fait adopter l'opinion contraire.

Je fis passer le fluide par deux tubes remplis de solution de muriate d'ammoniac plongés dans la même solution, contenue dans deux vases de cristal. Je fis usage de fils d'or pur aux sommets des tubes, pour les faire communiquer avec la pile, et d'un fil de cuivre pour la communication des deux vases. Le fil d'or qui communiquait avec l'extrémité positive de la pile, n'a point donné en jaune ; le bout du fil de cuivre qui plongeait dans le même vase, a donné du gaz en quantité, et il l'oxida en bleu ; le fil d'or qui communiquait avec l'extrémité négative de la pile, donna du gaz en abondance, et il l'oxida en noir ; le bout du fil de cuivre qui plongeait dans le même vase, ne donna point de gaz, et il l'oxida en vert

grisâtre. Ayant pesé exactement les fils d'or avant et après l'expérience, le fil d'or qui communiquait avec l'extrémité positive, diminua d'un quart de son poids; l'autre fil d'or qui donna le gaz, ne diminua que d'un huitième de son poids environ. Plusieurs autres expériences me donnèrent des résultats analogues.

Rossi m'a assuré que le fluide galvanique prend différentes propriétés des animaux vivants et des cadavres par lesquels il passe. Cette proposition acquiert aussi de la probabilité par mes expériences sur les corps organisés, et sur la différence des divers liquides par rapport au fluide galvanique. Mais revenons à son action sur les germes des végétaux. Comme dans les expériences précédentes, j'avais toujours mis des disques de laine mouillés dans une solution de muriate d'ammoniac entre les disques de cuivre et de zinc, j'y ai substitué des disques de carton mouillés dans l'eau distillée, et j'ai obtenu les mêmes résultats; c'est-à-dire le galvanisme positif un peu fort tue les germes; quand il n'est sensible qu'à la langue, aux premières heures il accélère la germination, mais ensuite il l'empêche. Le galvanisme négatif n'est pas si nuisible, et quelquefois il paraît même la favoriser. Les détails de ces expériences seront exposés dans un Mémoire que je me propose d'écrire sur ce sujet. Je vous observerai seulement ici que le galvanisme positif, tiré d'une pile formée de zinc, cuivre, et solution de muriate d'ammoniac, et porté par des fils d'or pur sur du coton mouillé, et flottant sur l'eau distillée, m'a donné une odeur très-décidée de gaz nitreux, et le coton se trouva jauni près du contact du fil d'or conducteur. Une odeur analogue, mais beaucoup plus faible à devenir incertaine, se faisait sentir sur le coton galvanisé négativement; le vase de comparaison que je tiens toujours dans les mêmes circonstances, hormis la galvanisation, pour déterminer les effets du fluide galvanique, n'excitait aucune odeur. Le même phénomène se présenta dans la pile faite avec les cartons mouillés dans l'eau distillée, et que je faisais

agir sur les germes du *lepidium sativum*, mis au coton flottant sur l'eau distillée, mais j'ai eu la tache jaune du côté négatif; tandis que du côté positif il se fit une tache d'un centimètre environ de diamètre de couleur violette. J'ai mis des germes (toujours des mêmes) sur les cotons galvanisés par la pile précédente. Ceux du vase positif furent en peu de temps noircis, et se présenta la tache violette sur le coton, du côté que le fil d'or, de communication avec l'autre vase, plongeait dans l'eau. Il paraît donc, que la tache susdite est due à la matière des germes transportée par le fluide galvanique. Si ce fluide porte avec lui une portion des corps par lesquels il passe, combien de précautions ne doit-on pas avoir dans son usage, combien d'avantages ne peut-on pas en tirer? Vous voyez combien de questions importantes à résoudre. Je ne doute point, comme je l'ai déja dit ailleurs, que le galvanisme, bien étudié, ne jette beaucoup de lumière sur la composition de plusieurs corps et particulièrement des sels. Je vous disais que mes expériences sur la déférence de divers liquides, appuient l'opinion déja annoncée de Rossi : voici un aperçu de ces expériences.

J'ai pris un tube de verre long de deux mètres et d'un centimètre de diamètre; je lui ai arrangé deux bouchons de liège, au centre desquels passent deux fils d'argent, qui restent environ trois centimètres dans le tube, et se replient dehors pour faire les communications; j'ai rempli ce tube successivement de différents liquides, et en faisant communiquer les extrémités du tube avec les extrémités de la pile, je mesurais la déférence des liquides et la vitesse du fluide de la manière que j'ai déterminé la vitesse du fluide par un conducteur de 354 mètres, dans le deuxième n.° de la Bibliothèque italienne. Je mesurai la force du fluide galvanique, soit en touchant avec les deux index mouillés, l'extrémité du tube et la base de la pile, soit en touchant l'extrémité du tube avec l'index, et la base de la pile avec la langue, tandis que le sommet positif de la pile com-

muniquait avec l'autre extrémité du tube par un cordonnet d'or. Dans toutes ces expériences, j'avais la sensation dans l'instant que le cordonnet d'or touchait au sommet de la pile. Et tous les résultats furent vérifiés par le préparateur des expériences physiques de l'Athénée, Hyacinthe Carena, par le professeur Avocat Boyer, et par plusieurs autres personnes, en mesurant les degrés de force du fluide par l'extension des sensations dans les doigts, et par le goût qu'on sent, et par les éclairs qu'on voit en touchant avec le bout de la langue, quand le galvanisme n'était pas trop fort. J'ai obtenu les résultats suivants des décharges successives de la même pile à travers l'urine, 5 de force, goût très-âcre, éclair blanc; à travers le lait, 4 de force, goût doux, acidule, éclair rouge; à travers le vin, $\frac{1}{2}$ degré de force, goût acidule, éclair très-faible; à travers le vinaigre, 2 de force, goût piquant, éclair rouge; à travers la bière, $\frac{1}{2}$ de force, goût piquant, éclair blanchâtre; à travers l'esprit-de-vin, point de force, point d'éclair, goût acidule très-sensible; à travers l'eau distillée, de même que par l'esprit-de-vin, mais quelquefois on avait aussi une très-faible sensation d'éclair; à travers la solution de muriate de soude, 10 de force; dans cette expérience et les suivantes, on ne pouvait pas souffrir la sensation à la langue; à travers la solution de muriate d'ammoniac, 13 de force; à travers la solution de nitrate de potasse, 12 de force; à travers la solution de sulfate d'alumine, 12 de force; à travers l'eau avec un sixième d'acide nitrique, 12 de force; à travers l'eau, avec un sixième d'acide sulfurique, 13 de force; à travers une solution de nitrate de cuivre, 13 de force; à travers le mélange d'acide nitrique, d'acide sulfurique, et d'eau, 13 de force.

Dans toutes ces expériences on avait une sensation très-différente dans les doigts, outre les degrés de force, selon les différents liquides par lesquels le fluide passait; ainsi, par exemple, la sensation que présenta le fluide en passant par l'acide sulfurique, était

aiguë ; celle qu'il donna en passant par le muriate d'ammoniac, par le nitrate de potasse, et par le mélange des deux acides, était d'un corps gros; en passant par le nitrate de cuivre, le fluide se fait sentir beaucoup plus piquant : par le lait il paraissait acquérir une douceur, etc. Mais ce n'est pas dans une lettre qu'on peut marquer tous les détails et les conséquences de ces résultats, qui demandent un Mémoire assez étendu, seulement pour les indiquer.

J'ai l'honneur de vous dire,

Salut et amitié,

VASSALLI-EANDI.

# LETTRE

## AU PROFESSEUR ALDINI,

PAR LE Cen. SUE,

PROFESSEUR ET BIBLIOTHÉCAIRE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE DE PARIS.

Paris, ce 12 messidor an 11.

CITOYEN COLLÈGUE,

Je me fais un devoir et un véritable plaisir de satisfaire à l'empressement que vous m'avez témoigné de connaître particulièrement ce qu'a écrit et découvert sur le galvanisme le célèbre Bichat, que l'implacable mort a précipité dans le tombeau au moment où ses talents et sa gloire brillaient du plus grand éclat, et à un âge où bien des gens commencent à peine à balbutier les éléments des sciences. Je n'ai pu, dans l'éloge historique de ce savant médecin, que j'ai prononcé dans l'amphithéâtre de l'Ecole de médecine *, entrer, sur ce que vous desirez, dans des détails que ne comportait

* J'ai prononcé cet éloge le 14 germinal an XI, pour l'ouverture de mon cours de Bibliographie médicale. Une preuve bien frappante du grand intérêt que prenaient les élèves au récit des travaux et des vertus de Bichat, c'est l'affluence avec laquelle ils se sont portés à l'amphithéâtre de l'Ecole de médecine pour entendre son éloge : affluence qui fut telle, que le local, quoique très-vaste, a pu à peine contenir la foule des auditeurs. Cet éloge est inséré dans le MAGASIN ENCYCLOPÉDIQUE, messidor, an XI.

pas ce genre de composition. J'en ai aussi dit quelque chose dans mon *Histoire du Galvanisme* * ; mais je n'ai pu parler alors des travaux galvaniques de Bichat, postérieurs à la publication de mon ouvrage. Ce que j'ajouterai ici sera le complément de sa doctrine, à laquelle sans doute il eût donné plus d'étendue, s'il eût vécu. J'ai fait tous mes efforts pour remplir vos desirs : je m'estime trop heureux d'avoir trouvé l'occasion de faire quelque chose qui puisse vous être agréable, et vous prouver mon sincère attachement et ma profonde estime.

SUE.

* Deux vol. in-8, an XI, tome II, pag. 216 — 225.

---

# NOTICE

Sur les travaux galvaniques de BICHAT, médecin de l'Hôtel-Dieu.

LES connaissances très-étendues de Bichat dans la physiologie, et dont il a donné des preuves dans ses écrits, par les découvertes qu'il y a consignées, malgré l'envie qui a voulu les déprécier, ne pouvant les lui ravir, ont dû nécessairement le porter à tourner ses vues vers le galvanisme naissant, à étudier et à approfondir un nouveau genre de phénomènes, qui, avant qu'on y eût reconnu les grands effets de l'électricité, offraient à l'avide curiosité des savants un sujet d'examen dont ils espéraient tirer un parti avantageux pour les progrès de la physique, et même de l'art de guérir.

J'ai déja donné dans l'*Histoire du Galvanisme*, que j'ai publiée l'année dernière *, le détail des expériences de Bichat sur cette découverte. Un nouvel examen, avec quelques réflexions nouvelles, m'ont été demandés par des personnes dont je respecte le savoir et le jugement. Je me suis fait avec plaisir un devoir d'obtempérer à leurs desirs, quoique persuadé que cette tâche eût pu être remplie avec plus de succès par tout autre physicien.

Quand Bichat entreprit ses expériences galvaniques, il savait que le sujet qu'il cherchait à éclaircir, avait déja été l'objet d'une lutte entre les premiers physiciens de l'Europe. Il savait que Volta, cet illustre savant, à qui la physique devait déja beaucoup, avant la découverte du galvanisme, et qui depuis a acquis de nouveaux droits

* Tome II, pag. 216, et suiv.

à la célébrité, tant par ses ingénieux appareils, que par ses curieuses et constantes expériences, qui ont déterminé la nature de ce singulier agent; Bichat savait, dis-je, que Volta avait annoncé que le cœur et tous les autres organes musculeux qui sont hors du domaine de la volonté, étaient insensibles à l'action galvanique. Mezzini, Valli, Klein, Pfaff, Béhrends, avaient soutenu la même assertion, tandis que Grapengiesser, le célèbre Humboldt, et Fowler, prétendaient avoir reconnu l'influence galvanique, le premier sur le mouvement péristaltique des intestins; le second, sur le cœur des animaux à sang rouge et à sang froid; et le troisième, sur celui des animaux à sang rouge et chaud.

C'est dans son ouvrage intitulé : *Recherches physiologiques sur la vie et la mort* *, et dans l'article X de la seconde partie, où il traite de *l'influence que la mort du cerveau exerce sur celle du cœur,* que Bichat a consigné son travail sur le galvanisme. Après avoir rapporté les expériences, au nombre de cinq, par lesquelles il croit avoir prouvé que ce n'est point immédiatement que le cœur cesse d'agir, lorsque les fonctions cérébrales s'interrompent, « Il « est, dit-il, un autre genre d'expériences analogues à celles-ci, qui « peuvent encore éclairer sur les rapports entre le cœur et le cer- « veau, ce sont celles du galvanisme. Je ne négligerai point, ajoute- « t-il, ce nouveau moyen de prouver que le premier de ces organes, « le cœur, est toujours indépendant du second, du cerveau. J'ai fait « ces expériences avec une attention d'autant plus scrupuleuse, que « plusieurs auteurs très-estimables ont avoué, dans ces derniers « temps, une opinion contraire, et ont voulu établir que le cœur et « les autres muscles de la vie organique ne diffèrent point, sous le « rapport de leur susceptibilité pour l'influence galvanique, des « muscles divers de la vie animale. »

Bichat commence par exposer les observations que lui ont four-

* In-8, publié en l'an VIII, pag. 393.

nies ses expériences sur les animaux à sang rouge et froid. Après avoir armé plusieurs fois, dans une grenouille, d'une part son cerveau avec du plomb, et de l'autre, son cœur et ses muscles des membres inférieurs avec une longue lame de zinc qui touchait au cerveau par son extrémité supérieure, et aux membres par son extrémité inférieure, la communication étant établie avec de l'argent entre les armatures des muscles et celles du cerveau, il en est constamment résulté des mouvements dans les membres, mais aucune accélération n'a paru sensible dans le cœur, lorsqu'il battait encore, et aucun mouvement ne s'est manifesté quand il cessa d'être en action. Selon Bichat, quel que soit le muscle volontaire que l'on arme en même temps que le cœur, afin de comparer les phénomènes qu'ils éprouvent lors de la communication métallique, il y a toujours une différence tranchante.

Bichat a armé sur d'autres grenouilles, par une tige métallique commune, d'une part, la portion cervicale de la moelle épinière dans la région supérieure du cou, afin d'être au-dessous de l'endroit d'où les nerfs qui vont au sympathique et delà au cœur, tirent leur origine; d'autre part, le cœur, et un muscle volontaire quelconque. Il a toujours observé, en établissant la communication, un résultat analogue à celui de l'expérience précédente. Toujours il a aperçu de violentes agitations dans les muscles volontaires, jointes au défaut de changement manifeste dans les mouvements du cœur.

Il a ensuite tâché de mettre à découvert les nerfs qui vont au cœur des grenouilles: quelques filets grisâtres, à peine sensibles, dont au reste il n'a pu certifier positivement la nature, ont été armés d'un métal, tandis que le cœur reposait sur un autre. La communication établie par un troisième métal, n'a déterminé aucun effet sensible.

Ces essais, déja en partie tentés par d'autres physiciens avant Bichat, sont sans doute très-convenables, au moins les deux premiers, pour déterminer positivement si le cerveau influence directement

le cœur, sur-tout si on a soin de les répéter, comme a fait Bichat, en armant successivement et tour-à-tour la surface tant interne qu'externe du cœur, et sa substance même. On a vu qu'alors la disposition naturelle est conservée entre les diverses parties qui servent à unir le cœur au cerveau.

Bichat parle d'un autre mode d'expériences qui consiste, 1.° à détacher le cœur de la poitrine, 2.° à le mettre en contact avec deux métaux différents par deux points de sa surface, ou avec des portions de chair armées de métaux, 3.° à faire communiquer les armatures par un troisième métal. C'est alors qu'*Humboldt* a vu des mouvements se manifester. Quoique Bichat dise que le plus souvent, en répétant exactement ces expériences, il n'a rien vu de semblable ; il convient cependant avoir quelquefois distingué un petit mouvement très-différent de celui qui animait le cœur, et qui paraissait tenir à l'influence galvanique. Mais, malgré l'autorité respectable d'Humboldt, malgré celle non moins respectable d'une foule d'autres physiciens très-estimables, qui ont reconnu dans leurs essais l'influence du galvanisme sur le cœur, lorsqu'il y est appliqué de la manière qui vient d'être décrite, Bichat paraît encore douter de cette influence, et il est tenté de prendre le mouvement qu'il a aperçu dans ce viscère pour l'effet seul de l'irritation mécanique des armatures. « Je suis loin, dit-il, de prétendre avoir mieux vu « dans mes expériences que ceux qui se sont occupés avant moi du « même objet : je dis et je rapporte seulement ce que j'ai vu et ob- « servé. Au reste, ajoute-t-il, les expériences où les armatures ne « portent pas d'un côté sur une portion du systême nerveux, et de « l'autre sur les fibres charnues du cœur, ne me semblent pas très- « concluantes pour décider si l'influence que le cerveau exerce sur « cet organe (sur le cœur) est directe. Quelle induction rigoureuse « peut-on tirer des mouvements produits par l'armature de deux « portions charnues ? »

Il ne suffisait pas d'avoir fait des expériences sur des animaux à sang rouge et froid ; il fallait aussi en faire sur les animaux à sang rouge et chaud : elles étaient d'autant plus nécessaires, que le mode de contractilité des premiers est, comme on sait, absolument différent de celui des derniers.

Bichat eut, dans l'hiver de l'an VII, l'autorisation pour faire différents essais sur les cadavres des guillotinés, qu'on mit à sa disposition trente ou quarante minutes après l'exécution. Chez quelques-uns, toute espèce de motilité était éteinte ; chez d'autres, on ranimait cette propriété plus ou moins aisément dans tous les muscles par les agents ordinaires; et elle se développait plus facilement par le galvanisme dans les muscles de la vie animale. Mais, de quelque manière qu'il ait agi dans ses expériences, il a toujours été impossible à Bichat de déterminer le moindre mouvement, en armant soit la moelle épinière et le cœur, soit cet organe et les nerfs qu'il reçoit des ganglions par le sympathique, ou du cerveau par la paire-vague. Cela tenait-il, demande l'auteur, à l'isolement où étaient depuis quelque temps les filets nerveux du cœur d'avec le cerveau? Mais alors pourquoi, répond-il, les filets nerveux des muscles volontaires, également isolés, se prêtaient-ils aux phénomènes galvaniques? Pour avoir plus d'éclaircissements à ce sujet, il a fait les expériences suivantes.

Il a armé de deux métaux différents, sur des chiens et sur des cochons-d'inde, d'abord le cerveau et le cœur, ensuite le tronc de la moelle épinière et le cœur, enfin le cœur et le nerf de la paire-vague, duquel il reçoit plusieurs nerfs. Aucun résultat sensible n'a été apparent ; les deux armatures ayant été mises en communication, Bichat n'a point vu les mouvements se ranimer après avoir cessé, ni s'accélérer lorsqu'ils continuaient encore. Il est essentiel d'observer ici que, dans toutes les expériences, il ne faut établir la communication que quelque temps après que l'armature du cœur

a été placée, afin de ne point attribuer à l'effet du galvanisme ce qui n'est que l'effet de l'irritation métallique.

Les nerfs cardiaques de deux chiens ont été armés dans leurs filets, tant antérieurs que postérieurs; une autre armature a été placée sur le cœur à sa surface. La communication des armatures a produit quelques mouvements, mais qui à peine étaient sensibles.

Bichat dit avoir plusieurs fois tenté inutilement, et n'avoir pu réussir qu'une seule fois, après avoir détaché promptement le cœur, avec le soin d'y laisser quelques nerfs isolés, à exciter des contractions en armant ceux-ci d'un métal, et en touchant l'armature avec un autre métal, quoique Humboldt ait dit que cela lui a souvent réussi. Mais aussi Bichat ajoute qu'il a presque constamment réussi à produire des contractions sur les animaux à sang rouge et chaud, après leur avoir arraché le cœur, en le mettant en contact par deux points différents avec des métaux, et en établissant la communication: c'est le seul moyen qu'il croit capable de produire avec efficacité et évidence les phénomènes galvaniques sur cet organe.

Quoiqu'il ait répété un très-grand nombre de fois et avec les précautions les plus minutieuses, chacune des expériences galvaniques dont il vient d'être question; quoique la plupart ne soient pas d'accord avec celles d'autres physiciens qui ont donné des résultats différents, il ne prétend pas pour cela jeter des doutes sur la réalité de celles-ci, parce qu'on sait combien sont variables les effets des expériences qui ont les forces vitales pour objet. Au surplus, en admettant même les résultats différents des siens, cela n'empêche pas de reconnaître que, sous le rapport de l'excitation galvanique, il y a une différence énorme entre les muscles de la vie animale et ceux de la vie organique *. Rien de plus propre, selon lui, à reconnaître cette différence dans les expériences sur le cœur et sur

* On sait que cette distinction des deux vies est due à Bichat : distinction qu'il déduit spécialement de la forme extérieure des organes.

les intestins que d'armer toujours avec le même métal, qui sert à l'armature de ces muscles, un de ceux de la vie animale, et d'établir ainsi un parallèle entr'eux. « D'ailleurs, dit Bichat, et c'est « par où il termine ce premier aperçu, en supposant que les phé« nomènes galvaniques causent sur ces deux espèces de muscles « une égale influence, que prouverait ce fait ? Rien autre chose, « sinon que ces phénomènes suivent, dans leur succession, des « lois toutes opposées à celles des phénomènes de l'irritation ordi« naire des nerfs et des muscles auxquels ces nerfs correspondent. »

A la page 419 du même ouvrage (*les Recherches sur la vie et la mort*), Bichat nous apprend qu'il a répété, par rapport à l'estomac, aux intestins, à la vessie, à la matrice, etc. les expériences galvaniques dont il vient d'exposer les résultats par rapport au cœur; qu'il a armé d'abord de deux métaux différents le cerveau en particulier, chacun des viscères dont il vient d'être question, et qu'aucune contraction n'a été sensible à l'instant de la communication des deux armatures; chacun de ces viscères a ensuite été armé en même temps que la portion de la moelle épinière placée au-dessus d'eux. Enfin il a armé simultanément et les nerfs que quelques-uns reçoivent de ce prolongement médullaire, et les organes eux-mêmes, en sorte que l'estomac et les nerfs de la paire-vague, la vessie et les nerfs qu'elle reçoit des lombaires, ont été armés ensemble. « Or, dans presque « tous les cas, dit Bichat, la communication des deux armatures n'a « produit aucun effet bien marqué : seulement dans le dernier, j'ai « aperçu deux fois un petit resserrement sur l'estomac et sur la ves« sie. » Il produisait cependant dans ces diverses expériences, de violentes agitations dans les muscles de la vie animale, qu'il armait toujours du même métal que celui dont il se servait pour les muscles de la vie organique, afin d'avoir un terme de comparaison.

Dans tous les cas précédents, ce sont les diverses parties du système nerveux cérébral qui ont été armées en même temps que les

muscles organiques. Bichat a voulu galvaniser aussi les nerfs des ganglions avec les mêmes muscles. La poitrine d'un chien étant ouverte, on trouve sous la plèvre le grand sympathique, qu'il est facile d'armer d'un métal. Comme, suivant l'opinion commune, ce nerf se distribue dans tout le bas-ventre, on pouvait espérer en armant d'un autre métal chacun des viscères qui s'y trouvent contenus, et en établissant des communications; on pouvait, dis-je, espérer d'obtenir des contractions, à-peu-près comme on en produit en armant le faisceau des nerfs lombaires et les divers muscles de la cuisse : cependant aucun effet n'a été sensible.

D'après les preuves en grand nombre qu'allègue Bichat, page 416 de son ouvrage, pour établir que « le grand sympathique n'existe « réellement pas, et que les communications nerveuses qu'on a pri- « ses pour lui, ne sont que des accessoires au systême des ganglions, « on conçoit ce défaut d'effet, parce que les ganglions intermédiaires « aux organes gastriques et au tronc nerveux de la poitrine, ont « pu arrêter les phénomènes galvaniques. » Qu'a fait Bichat? il a mis à découvert les nerfs qui partent des ganglions pour aller directement à l'estomac, au rectum et à la vessie, et il a galvanisé par ce moyen les divers organes : aucune contraction n'a paru en résulter. Quelquefois un petit resserrement s'est fait apercevoir; mais il était bien faible en comparaison de ces violentes contractions qu'on remarque dans les muscles de la vie qu'il appelle animale, pourvu toutefois que, dans ces expériences, on ait grande attention de bien distinguer ce qui appartient au contact mécanique des métaux, d'avec ce qui est l'effet du galvanisme.

La ténuité des nerfs, des intestins, rend plus difficile sur eux l'expérience galvanique. Mais comme ces nerfs forment un plexus très-sensible autour de l'artère mésentérique qui va avec eux se distribuer dans le tissu des intestins, on peut, en mettant cette artère à nu, et en l'entourant d'un métal, tandis qu'un autre est placé sur un point

quelconque du tube intestinal, galvaniser également ce tube. Cette expérience n'a pas produit plus d'effet, et aucun résultat bien manifeste n'a été obtenu.

Tous ces essais auraient été faits sur des animaux à sang rouge et chaud : Bichat en a tenté d'analogues sur des animaux à sang rouge et froid. Le cerveau et les viscères musculeux d'une grenouille, les mêmes viscères et la portion cervicale de la moelle épinière, ont été armés en même temps de deux métaux divers. Rien de sensible n'a paru à l'instant de leur communication, et cependant les muscles de la vie animale étaient ordinairement en contraction, même sans être armés, et par le seul contact d'un métal sur l'armature du système nerveux. On observera que ce n'a pas été faute de multiplier les points de contact sur les viscères gastriques que le succès a manqué : car Bichat avait soin de passer un fil de plomb, parce que tout le tube intestinal pouvait lui servir d'armature.

Quant aux nerfs qui vont directement aux fibres charnues des organes gastriques, ils sont si ténus chez la grenouille, qu'il est très-difficile de les armer. Il est pourtant de fait que le C. Jadelot a obtenu, dans une expérience qu'il a faite, un resserrement lent des parois de l'esomac, en agissant directement sur les nerfs de ce viscère. Mais Bichat fait à ce sujet la remarque juste, que certainement ce resserrement, analogue sans doute à ceux qu'il a souvent observés dans d'autres expériences, ne peut être mis en parallèle avec les effets étonnants qu'on obtient dans les muscles volontaires, et qu'il sera toujours vrai de dire, que sous le rapport des phénomènes galvaniques, comme sous tous les autres, une énorme différence existe entre les effets que produisent les muscles de la vie animale, et ceux que produit la vie organique.

On aurait pu objecter à Bichat qu'il faisait ses expériences avec de simples armatures : mais plusieurs des physiciens qui avaient donné avant lui les mêmes observations, et qui avaient eu de pareils

résultats, avaient fait leurs expériences de la même manière. Au surplus ayant eu occasion de faire d'autres expériences semblables avec la pile de Volta, il les a faites; et voici quelle a été cette occasion.

Dans un entretien particulier sur le galvanisme entre Bichat et les CC. Burdin et Moreau, il fut beaucoup question des expériences du premier sur les résultats desquelles le C. Moreau éleva quelques doutes, étant porté à croire, d'après des vues différentes de celles de Bichat sur les lois fondamentales de la vie, que les organes qu'il avait soumis à ses expériences devaient répondre à leur manière, sur-tout si, au moyen du nouvel appareil de Volta, on rendait l'irritation plus énergique. Bichat n'était pas heureusement susceptible de prévention, sur-tout en fait d'expériences; et comme il ne cherchait que la vérité dans celles qu'il faisait, on n'avait pas de peine à le déterminer à les répéter, lorsqu'on paraissait douter des résultats qu'elles lui avaient donnés. C'est ce qui arriva dans l'occasion dont il s'agit. Il consentit à faire avec ses deux amis de nouvelles expériences, et des femelles de cochon-d'inde nubiles en furent les victimes *. Ils employèrent au lieu de l'ancien appareil galvanique une colonne de Volta composée de 60 paires de disques, et munie de deux rubans métalliques que l'on pouvait aisément conduire sur les différentes parties de l'animal, préparé de manière que tous les viscères du ventre et de la poitrine, ainsi que plusieurs nerfs et muscles, fussent mis à découvert. Les expériences ne furent commencées que lorsque les mouvements orageux et l'état de convulsion qui devaient nécessairement résulter d'une opération aussi cruelle, parurent un peu calmés.

Les ovaires furent d'abord excités: quoique l'effluve électrique fût très-considérable, on n'observa aucune contraction, aucune oscillation bien sensible dans l'organe; mais nos jeunes expérimentateurs

* Voyez l'Histoire naturelle de la femme, par J. L. Moreau, in-8, tome. II, pag. 123.

n'en furent pas moins portés à croire que l'impression qu'éprouvait l'animal était très-vive, parce qu'à chaque décharge, les parties environnantes étaient agitées de spasmes et de convulsions; ce qui fut encore plus évident par l'excitation des trompes.

L'utérus excité demeura également oisif et silencieux en apparence; mais l'excitation profonde et intestine, dont il fut tourmenté, se propageant au loin, on vit, par une suite de cette communication, les parties contractiles plus voisines de cet organe, et même les muscles des membres, éprouver de violentes contractions. Il faut observer que toutes les parties sur lesquelles on opérait, étaient dépourvues d'épiderme; d'ailleurs l'arc excitateur dont on se servait, ayant assez de force pour produire immédiatement de vives irritations, on n'a pas remarqué de différence bien réelle lorsque les nerfs et les organes où ils se distribuent ont été armés, et lorsque, négligeant cette précaution, on a seulement attaqué l'organe et fait passer dans son intérieur le jet électrique, dont la colonne était la source inépuisable.

Ce qui a frappé le plus nos jeunes médecins dans leurs expériences, ce qui a sur-tout fixé leur attention, c'est le phénomène qui leur a été offert par les contractions vives et par le spasme presque général qui résultaient de l'excitement de l'utérus, et qui se montraient avec toutes les apparences d'un accès d'hystérisie. Que serait-ce donc, si on interrogeait ce viscère dans l'état de gestation, à l'époque où sa partie fibreuse et contractile est plus développée? n'est-il pas probable qu'il donnerait des preuves non équivoques de resserrement et de contraction? C'est ce que le C. Moreau se propose d'examiner incessamment avec le C. Dupuytren, chef des travaux anatomiques de l'Ecole de médecine, en opérant sur une chienne ou femelle d'un autre quadrupède. Il y a apparence que l'irritation galvanique provoquera un avortement.

Les recherches des CC. Moreau, Burdinet Bichat, se sont portées

sur d'autres organes, qu'ils ont vus également répondre, suivant leur nature, aux excitations : ils ont vu, par exemple, dans le cœur l'accélération de ses pulsations, dans les intestins celle du mouvement vermiculaire, et dans le tissu cellulaire lui-même quelques points du système séreux frémir, se froncer, et donner des signes bien marqués de crispation. Le C. Dupuytren a observé des phénomènes analogues dans la vessie ; et en galvanisant cet organe, après avoir introduit dans sa cavité un tube de verre, et lié fortement le canal de l'urètre, il a vu l'urine s'élever dans ce tube à différentes hauteurs, suivant la force des contractions.

Ces nouvelles expériences ont prouvé que les organes compris dans la sphère d'activité du système nerveux, qui paraît spécialement affecté à la vie intérieure et nutritive, ne refusent pas de répondre aux excitants galvaniques : ce que niait Bichat ; qu'à la vérité ils ne se contractent pas tous, parce qu'il n'est pas de leur nature de manifester ainsi leur vie ; mais qu'ils sont excités à leur manière, qu'ils éprouvent par l'irritation galvanique des impressions plus ou moins vives, et révèlent par des phénomènes non équivoques, la secousse que leur fait éprouver le contact électrique ou galvanique. Voilà en quoi consistent tous les travaux de Bichat sur le galvanisme. D'autres travaux plus urgents, des cours multipliés, un service régulier à l'Hôtel-Dieu, qui était le théâtre presque unique de toutes ses observations et expériences physiologiques, enfin sa mort prématurée, l'ont sans doute empêché de porter plus loin ses recherches sur cette partie de la science.*

* L'on voit dans ce rapport que Bichat s'est borné à faire usage de simples armatures, et déja il aurait substitué la pile dans ses expériences, lorsque la mort le ravit à la science. Je dois remarquer que les premiers essais, à l'aide de la pile sur le cadavre des suppliciés, ont été tentés par moi en Italie : ce que j'avais déja annoncé dans mon Essai, sans avoir connaissance des travaux de Bichat, dont mon collègue, le professeur Sue, a bien voulu me donner la notice. Je ne lui saurais trop témoigner ma reconnaissance pour avoir éclairci ce point, et beaucoup d'autres, concernant l'Histoire du Galvanisme. (Note d'ALDINI.)

# EXTRAIT

Du rapport des expériences galvaniques faites à l'Ecole vétérinaire d'Alfort, en deux séances, du 15 floréal, et 8 prairial an XI.

Les professeurs Gaudine ayant prévenu la Société Galvanique dont ils sont membres, que l'Ecole d'Alfort avait à sa disposition des animaux, et notamment des chevaux attaqués de la morve, sur lesquels on pourrait faire des expériences galvaniques, le président Nauche convoqua à cet effet les membres à Alfort, jeudi 15 du présent. Une grande partie des membres de la société s'y rendit à midi; tous les appareils étaient dressés, et bientôt M. Aldini, conjointement avec les membres des deux Commissions des expériences et des applications médicales réunies, et les professeurs de l'Ecole vétérinaire, procédèrent à la série des expériences dont je ne dois en ce moment que vous soumettre l'histoire, dans le même ordre où elles ont été faites, en présence d'un grand nombre de savants, d'amateurs étrangers, et des élèves de l'Ecole.

## I.ère EXP.

Cinq piles de Volta, fonctionnant énergiquement, d'environ 1000 paires de disques de cuivre et de zinc; MM. Aldini, Paroisse, Mojon, Gaudine, ont donné d'abord la commotion à un chien barbet, d'environ dix à douze pouces de hauteur, en plaçant l'arc zinc dans l'oreille droite, et l'autre dans la gauche : l'animal a poussé des cris très-aigus à la première commotion, et a lâché involontairement ses urines. A la seconde commotion, il a jeté des cris aussi violents,

a rendu des matières fécales très-liquides; la geule a paru teinte de sang, sans cependant qu'il s'en soit répandu une seule goutte ; il n'a cessé de crier et de faire des efforts pour se soustraire à ces essais.

### II. EXP.

Ayant été décapité, et la poitrine ouverte, le cœur s'est contracté; mais le galvanisme rendait les pulsations plus fréquentes et plus fortes. Cette action sur le cœur, quoique bien prononcée, n'était pas à beaucoup près comparable à celle qui s'est produite sur tout le système musculaire soumis à la volonté.

### III. EXP.

La tête étant rapprochée du tronc, les deux arcs placés, l'un à l'anus, l'autre à l'oreille droite, les contractions de tous les autres organes musculaires étaient étonnantes : la pupille s'est dilatée et resserrée, les mâchoires semblaient mues comme par une forte mastication; le mouvement péristaltique des intestins était augmenté; les poils de la tête se sont hérissés et rendus divergents, comme il arriverait par l'action d'une machine électrique ordinaire; une grenouille préparée, présentée sans armature au cou du chien que l'on avait cessé de galvaniser, est entrée en contraction.

### IV. EXP.

Une jument morveuse jouissant auparavant d'une santé et d'une vigueur extraordinaire, étant abattue, son pouls donnait 60 pulsations par minute : c'est dans cet état qu'elle a été galvanisée. Les deux excitateurs placés dans les deux oreilles, la commotion portée sur le cerveau a déterminé des contractions épouvantables de tous les muscles : la respiration est devenue grande, fréquente et bruyante ; l'animal faisait des efforts violents pour se relever à

chaque commotion. Le pouls est devenu singulièrement accéléré, dur, par fois intermittent : par seconde deux pulsations, ou, ce qui est la même chose, 120 à 125 par minute; ses paupières obéissaient à de fréquents et grands clignottements.

### V. EXP.

L'un des conducteurs placé à l'anus, la respiration a paru s'accélérer et devenir plus pénible. Les contractions des muscles abdominaux ont été exaltées; l'arc placé à l'anus était fortement repoussé, sans cependant donner lieu à l'expulsion de matières fécales. L'excitateur de l'oreille, porté dans une incision ou plaie pratiquée au cou, dans la direction de la jugulaire, l'animal a été plus agité; le pouls, exploré par le professeur Chaumantel, conservait de l'irrégularité, de la dureté, et de la fréquence.

### VI. EXP.

La plus grande énergie du systême musculaire a eu lieu en transportant les arcs, l'un dans les narines, l'autre dans la plaie à l'encoluure : alors la transpiration a été subitement augmentée à la partie interne des cuisses; le pouls était prodigieusement accéléré. La jument a été tuée par l'injection de l'air dans la jugulaire. Le galvanisme a été réappliqué à l'anus et dans l'oreille droite: les mâchoires se sont sur-tout ouvertes et resserrées, les paupières étaient d'une mobilité extrême.

### VII. EXP.

Des soubresauts faisaient sortir la langue, mais d'autres mouvements contractiles la forçaient de rentrer; retenue avec une certaine force, l'effort des puissances musculaires la retirait dans la bouche

à chaque attouchement galvanique. L'extrémité antérieure droite enlevée, on a remarqué que la section du nerf a déterminé une contraction de cette extrémité seulement. Le galvanisme a aussi donné lieu à de pareilles contractions.

### VIII. EXP.

La tête a été séparée du corps et placée sur une table. Les conducteurs galvaniques introduits dans les narines et dans le trou occipital, développaient des contractions horribles : les yeux avaient le hideux convulsif. MM. Mojon, Bonnet, et plusieurs autres membres, ont vu très-distinctement la contraction de la pupille. Les oreilles, abandonnées à elles-mêmes, se penchaient en arrière, mais se redressaient avec vitesse, et rendaient cette tête plus effrayante. Les muscles buccinateurs, pyramidaux et releveurs des naseaux, donnaient à ces organes un aspect tel, une action si développée, qu'il ne manquait que le bruit pour le hennissement.

### IX. EXP.

La tête remise en contact, les mêmes phénomènes que ceux décrits lorsque l'animal a été galvanisé avant d'être décapité, se sont représentés. La tête éloignée du corps d'environ deux et même trois pieds, l'action galvanique s'est également répandue sur la tête et sur les autres parties, comme si elles n'étaient pas séparées. La tête isolée sur une table, et éloignée d'environ quatre à cinq pieds du reste de l'animal, n'a plus joui d'aucune espèce de contractilité ; mais l'épaule droite mise à côté de la tête, et galvanisant les deux, l'extrémité est entrée en contraction, les muscles de la tête n'ont été que faiblement excités. Une grenouille dépouillée à la manière accoutumée, suspendue et touchant successivement (sans aucune ar-

mature métallique) à différents points de la tête du cheval, la grenouille a donné des contractions.

### X. EXP.

Un conducteur placé à l'anus, l'autre au cou, les muscles de l'encoluure et ceux des extrémités postérieures étaient ceux qui conservaient encore au plus haut degré la propriété vitale, la contractilité. Le diaphragme galvanisé obéissait à de fréquentes et petites oscillations contractiles. La moelle épinière de la jument mise à découvert, les deux excitateurs placés, l'un sur la moelle et l'autre sur les organes musculaires les plus correspondants, nulle action ne s'est manifestée ; les armatures reportées, l'une sur les enveloppes de la substance médullaire, et l'autre plongée dans le trou cervical, le systême musculaire n'a donné aucune contraction, en sorte qu'il reste à déterminer si le systême médullaire ne faisait pas en cette circonstance, les fonctions d'arc conducteur, sans transmettre par les paires-nerveuses aucune irradiation galvanique aux organes loco-moteurs.

### XI. EXP.

Le galvanisme, dirigé sur la portion musculeuse du diaphragme et à la colonne cervicale, la contraction s'opérait jusque dans les muscles pectoraux et intercostaux. Dirigé sur la portion tendineuse du diaphragme, on ne remarquait aucun mouvement. Les intestins grêles ont joui fort long-temps de leur mouvement péristaltique ; MM. Chabert, Gaudine et Bonnet, n'ont jamais pu le propager dans lès gros intestins, même à l'aide du stimulus galvanique : il est vrai que ce paquet intestinal n'étant plus maintenu dans la capacité abdominale, éprouvait des tiraillements en obéissant à son poids.

### XII.<sup></sup> EXP.

De tous les organes musculaires, le cœur est le seul qui soit complétement demeuré impassible aux violentes commotions galvaniques, lors même qu'il les recevait en l'armant d'un des arcs. Le ventricule droit, percé avec l'une des extrémités du conducteur métallique, il en est sorti des bulles enveloppées d'air, formant une mousse rosacée assez semblable à celle du savon qui aurait été dissous et battu dans une eau colorée en rouge. Le cœur était flasque, molasse, dilaté, et ne contenait presque plus de sang. Ce phénomène a été spécialement remarqué par MM. Chabert, Petit-Radel, Bonnet, Gaudine, Dubourg, Graperon, et plusieurs autres.

### XIII. EXP.

Les membres qui dirigeaient les expériences, ont invité les élèves de l'Ecole vétérinaire à former une chaîne galvanique, composée de quarante à cinquante individus se tenant par les mains humectées avec une dissolution de muriate de soude : l'expérience n'a pu réussir qu'avec la précaution de se placer sur la partie du sol privée d'humidité. Un fait qui mérite d'être noté, est celui d'un élève * de l'école vétérinaire, âgé de 23 ans, dont les mains étaient moins calleuses que celles de ses camarades, et qui étaient presque

* Pénétré de l'importance de ce fait, j'ai invité cet élève à se soustraire à la longue chaine galvanique, et à former un arc lui-même avec ses mains aux pôles opposés de l'appareil. Dans cet état, quoique les mains fussent bien mouillées, il n'éprouva que de très-faibles secousses, tandis que les autres ne pouvaient pas résister à la force et à la violence du courant qui les frappait. Il sera bon de suivre avec beaucoup d'attention des phénomènes analogues, et de les comparer avec ceux de la bouteille de Leyde. L'on sait qu'il y a des individus qui ne ressentent point ou fort peu la commotion produite par une forte décharge électrique. Il sera utile de voir si ces mêmes individus éprouvent les mêmes effets par l'action du galvanisme; ce qui donnerait un argument de plus pour établir les véritables rapports qui existent entre le pouvoir de ces deux agents.

insensible à la commotion et au courant galvaniques des cinq piles, tandis que ses camarades les trouvaient insupportables et poignantes.

Je passe maintenant aux expériences faites à Alfort dans une autre séance, tenue le 8 prairial. La commission des expériences et des applications médicales avait chargé MM. Aldini, Legallois et Bonnet, de tracer un plan qui fut présenté et discuté par la Société. M. Aldini avait été chargé de présider à la direction et à l'exactitude des expériences que l'on se proposait de faire. L'appareil, cette fois, était composé de 16 piles d'environ 2,320 plaques métalliques, sur lequel nombre il y avait 240 disques de quatre à cinq pouces de diamètre, percés au centre: il fonctionna d'abord d'une manière si énergique, que les personnes qui, comme le secrétaire Bonnet, en reçurent la commotion involontaire, le caractérisèrent à bon droit et sans peine d'appareil formidable. Le président de la Société, plusieurs membres, et beaucoup d'autres savants, se rendirent à la séance où l'on procéda aux expériences suivantes *.

## XIV. EXP.

Sur une jument alezan, de six ans, très-irritable, très-vive, morveuse depuis trois ans. Pouls, avant d'être abattue, 45 pulsations; abattue, 55; galvanisée, 60. M. Chaumantel, explorant le pouls à la queue, reçut une commotion fatigante.

Les arcs placés dans l'oreille et dans la narine droite, la première

* Je m'abstiens ici d'insérer une longue série d'expériences concernant l'économie animale, auxquelles la Société se propose de donner des développements ultérieurs, et qui seront publiées par elle-même; je me suis borné aux faits qui sont en correspondance avec ceux déja annoncés dans mon ouvrage. J'appelle ici l'attention des physiciens sur les expériences faites dans l'intention de vérifier jusqu'à quel point les animaux sont susceptibles de soutenir la force du courant galvanique, et quels sont les effets d'une pareille administration. Il semble, comme vient de l'observer le professeur Vassalli, que le galvanisme et l'électricité exercent une action différente sur le système nerveux et musculaire.

commotion a prodigieusement excité l'animal : de violentes contractions, des cris aigus et plaintifs, attestaient de vives douleurs. La seconde commotion a rendu les secousses comme convulsives : mêmes cris douloureux et pénibles ; une hémorragie nasale très-abondante a fait cesser toute galvanisation : le sang était chassé avec force. MM. Legallois, Charpentier-Saintot, Gaudine, Chabert, les Sénateurs Porcher, Lamartillière, et autres, ont remarqué que la première effusion du sang a eu lieu par la narine où n'était pas l'excitateur. On peut reprocher à cet instrument sa forme aiguë, et à celui qui le dirigeait, de l'avoir introduit trop profondément. Il eût été bon de n'administrer la commotion qu'après avoir placé les arcs sur des parties moins irritables de l'animal, attendu sa grande sensibilité.

La jument déliée s'est brusquement relevée, elle a été conduite à l'écurie. Le train de derrière obéissait mal à la volonté ; on eût dit qu'un fardeau outre mesure, ou qu'un effort considérable, avaient engourdi les organes loco-moteurs. Quant à l'hémorragie qui s'est manifestée, nous nous bornerons à rappeler que la jument était morveuse des deux côtés ; que conséquemment la membrane pituitaire était malade, ulcérée, en partie détruite ; que probablement les membranes des nombreux vaisseaux sanguins qui la tapissent, devaient être amincies et corrodées dans plusieurs points : de sorte qu'il serait difficile d'affirmer si cette hémorragie n'aurait pas eu lieu tôt ou tard, au moindre effort de l'animal. Le Sénateur Aboville a rappelé que les chevaux attaqués de la morve étaient sujets à de fréquentes hémorragies pendant la troisième période de la maladie ; que la jument soumise à l'expérience était à la quatrième période, et n'en avait pas encore eu avant l'administration de ce violent stimulant.

D'après l'observation et le rapport des professeurs d'*Alfort*, l'hémorragie a fourni du sang assez abondamment pendant deux

heures: elle s'est renouvelée pendant la nuit et le lendemain de l'expérience, au point de débiliter beaucoup la jument. La marche de la maladie a été accélérée, et, au bout de deux ou trois jours, les ulcères de la membrane nasale ont paru faire des progrès étonnants, et le pus prendre un caractère ichoreux.

L'effet de la commotion galvanique peut être comparé ou assimilé en quelque sorte à celui d'un exercice violent, qui, en augmentant la circulation, porte, dans le même temps et avec plus d'impétuosité, une plus grande quantité de sang à la tête, ainsi que dans tout le reste du corps, et détermine par fois la rupture de certains vaisseaux frappés de quelque vice d'organisation, ou amincis par le voisinage et le contact de quelque organe en suppuration.

## XV. EXP.

Un cheval hongre, de 18 ans, hors de service, abandonné; après avoir été abattu, le pouls donnait par minute 36 pulsations; galvanisé, 58. Les arcs introduits dans la narine et l'oreille bien mouillées, les muscles n'ont pas à beaucoup près été aussi irritables que ceux de la jument; les fléchisseurs l'emportaient sur les extenseurs; l'eau du muriate ammoniacal, qu'on avait versée dans la narine, a été expulsée avec force à la cinquième commotion. Les yeux n'ont cessé d'être convulsifs; la transpiration était abondante, tout le corps humide, la respiration difficile et élevée.

## XVI EXP.

Les narines et la bouche ayant été tamponées, l'animal n'a été suffoqué qu'à la dix-huitième minute. Une bougie allumée, présentée aux naseaux sans galvaniser, nul mouvement oscillatoire de la flamme ne s'est manifesté; mais, galvanisé, la flamme de la bougie a été

vivement agitée à chaque commotion. L'expérience ne paraissant pas encore concluante, la trachée-artère a été disséquée, et une lame circulaire antérieure des cartilages, de la largeur d'un demi-pouce environ, étant enlevée, la bougie a été éteinte à chaque contact du conducteur. La flamme était dirigée en dedans, et n'était cependant soufflée jusqu'à extinction que lorsqu'elle se dirigeait en dehors: en sorte que l'inspiration n'avait que peu d'action sur la flamme, et l'expiration, déterminée par les secousses galvaniques, éteignait la bougie presque à chaque attouchement galvanique. M. Aldini proposa de substituer à la bougie allumée un pendule composé d'un fil soutenant un petit disque de papier; les oscillations eurent lieu comme dans les tentatives faites avec la flamme. La trachée-artère, entièrement coupée de devant en arrière, a donné les mêmes résultats: ils autorisent à penser que le galvanisme, portant son action sur le diaphragme, augmente et diminue la capacité thorachique, puisque l'air y entre et en est chassé par l'inspiration et l'expiration. De-là on peut présumer que le galvanisme peut être de quelque secours dans les asphyxies.

### XVII. EXP.

Les deux cavités thorachiques et abdominales ouvertes, les muscles dorsaux et trisplanchniques armés, et successivement le diaphragme et les nerfs, les contractions de tous ces muscles n'ont pas été douteuses; mais si les armatures étaient placées sur le nerf seulement, de manière à être très-rapprochées, ou presqu'en contact, le nerf étant éloigné des muscles, il n'y avait pas de contraction. Le nerf diaphragmatique isolé ou éloigné comme ci-dessus, à deux ou trois pouces de son insertion, soit que les deux excitateurs reposent sur lui, soit que l'un soit placé sur le nerf et l'autre sur le diaphragme, des mouvements de vibration, plutôt que de fortes contractions, ont eu constamment lieu sans une différence notable d'action.

XVIII. EXP.

Le nerf phrénique fortement lié n'a pu empêcher la communication ni les contractions diaphragmatiques : ce qui semble établir une dissimilitude entre le principe galvanique et le principe nerveux, puisque la ligature empêche la circulation du dernier, et n'oppose aucun obstacle à celle de l'autre.

XIX. EXP.

Les deux chevaux décapités, les têtes ont été rapprochées : celle récemment séparée a donné un spectacle plus effrayant et plus hideux que l'autre : les yeux roulants dans leur orbite, les oreilles se redressant, les naseaux se dilatant, les mâchoires s'écartant, se serrant, et frappant, comme si l'animal eût eu encore ses fonctions diverses à remplir. L'autre tête ne partageait que faiblement cette influence, qui, dans des temps de barbarie et d'ignorance, eût peut-être enfanté une foule de préjugés sinistres et funestes.

XX. EXP.

La tête distante du tronc de plusieurs pieds, l'action galvanique s'est également répandue sur tout le système musculaire, comme s'il correspondait et appartenait toujours à un centre vivifiant et commun. La tête, éloignée autant que les localités le permettaient, et enfin portée à 33 pas du tronc, les mêmes phénomènes ont eu également lieu. A quelle distance le galvanisme aurait-il cessé d'étendre sa puissance sur le tronc et la tête ? Le professeur Aldini resta le jour suivant à Alfort pour examiner ce point, en faisant en grand des expériences sur la propagation du galvanisme dans les eaux de la Marne : il en publiera sans doute les détails.

Nous ne saurions terminer ce rapport sans rappeler ici le zèle et l'intérêt que M. Chabert, directeur de l'Ecole vétérinaire d'Alfort, et tous les Professeurs, ont apporté à seconder les vues de la Société.

Les deux séances furent levées à trois heures pour se rendre à un banquet fraternel. Le savoir et les lumières dirigèrent les recherches expérimentales; mais la gaieté et l'esprit présidèrent au repas.

Ces deux réunions à-la-fois instructives et amicales font sentir de plus en plus la nécessité d'établir de fréquentes communications parmi les savants qui composent cette Société. La science y trouvera son avantage, et les membres leur délassement et leur satisfaction.

Paris, 15 germinal, an XI.

BONNET, *rapporteur.*

Les phénomènes de la ligature des nerfs ont été considérés par Galvani et par moi, jusqu'à l'époque de 1792, comme une des plus grandes difficultés contre les principes de l'électricité animale qui avaient été établis. J'ai soutenu de fortes disputes à cet égard dans l'amphithéâtre anatomique de l'Université de Bologne, et l'on est convenu que quoique cette difficulté en apparence ait beaucoup de poids, elle ne peut néanmoins renverser la théorie de Galvani. J'invite en conséquence ceux qui croient inexplicables les phénomènes de la ligature, à vouloir bien consulter la théorie de la circulation de l'électricité animale développée par Galvani même dans son dernier ouvrage adressé à Spallanzani, et aussi mes notes sur ce point, jointes à son premier Mémoire. (Note de l'auteur à l'exp. XVIII, pag. 251.)

# LETTRE

## DE M. FERRY,

### PROFESSEUR DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE,

### ADRESSÉE AU PROFESSEUR ALDINI.

Paris, ce 29 prairial an XI.

VOUS m'avez demandé, monsieur, le précis de l'opinion que j'ai émise dans un discours que j'ai prononcé dans une Société savante de Paris, pendant que vous étiez en Angleterre, sur cette question : *Est-il permis, pour faire avancer le galvanisme, et pour jeter un plus grand jour sur la véritable théorie qui doit le régir, de faire des expériences sur les membres des individus qui ont mérité la mort par leurs forfaits, et que la loi a frappés, et d'y exciter des contractions et des mouvements convulsifs ?* le voici.

J'ai avancé alors (et je le soutiendrai toujours), que, dans le doute où l'on est que la *sensibilité* soit éteinte dans ces individus, tandis qu'ils peuvent donner encore des marques de vitalité par le moyen du galvanisme, on doit s'abstenir de semblables expériences, que j'ai représentées comme injustes et immorales, parce qu'elles peuvent prolonger le supplice de ces malheureux. « Rendons cepen-« dant justice, me suis-je écrié dans ce discours, aux savants qui « ont fait de pareilles recherches; ils ne se sont livrés à leur zèle « que parce qu'ils n'ont point fait les réflexions que je viens de « faire; et de ce défaut de réflexions il est résulté des vérités

« importantes qui resteront. Mais aujourd'hui que je viens de pro-« clamer à cet égard la vérité, de nouveaux succès dans ce genre « seraient des torts que l'amour des sciences ne saurait faire ex-cuser. » Au reste, j'ai offert à ceux qui veulent faire avancer le galvanisme sous ce rapport, la classe des quadrupèdes, dont l'organisation a tant de rapports avec la nôtre, comme pouvant les faire parvenir à leur but.

Je pense qu'on ne répétera plus ce qu'on a déja dit, qu'en m'élevant contre les expériences qu'on a faites, et contre celles qu'on voudrait faire encore sur les cadavres des individus suppliciés, je bannis les opérations anatomiques dans lesquelles on taille et on divise bien davantage les chairs ; ce qui doit, a-t-on dit, occasionner à l'individu de plus grandes souffrances, selon mes principes.

Ceux qui ont prétendu cela, n'ont point réfléchi qu'il y a une grande différence entre les cadavres sur lesquels l'on fait ordinairement les dissections anatomiques, et ceux que l'on destine aux opérations du galvanisme. Les premiers sont ceux de personnes qui ont succombé à des maladies dont la longueur ou la violence soutenue pendant quelques jours, a détruit presque toute leur vitalité, et qui certainement se trouve éteinte après le délai légal de 24 heures. Les seconds appartenaient à des hommes qui sont morts de la manière la plus violente ; et c'est parce que la vitalité, bien loin d'être éteinte en eux, y est au contraire presque tout entière, qu'on en fait les sujets du galvanisme. Ce que je dis des cadavres de ces individus, *qui peuvent avoir encore de la sensibilité*, ne peut nullement s'appliquer à ceux des personnes qui sont mortes de maladie.

En m'opposant aux expériences que la curiosité ou le desir d'avancer la science, voudrait faire sur les cadavres des individus suppliciés, je n'ai point prétendu qu'il fût toujours illégitime d'en faire sur des individus qui sont dans un état de mort apparente. Lorsqu'un

homme a cessé subitement de vivre par asphyxie ou autrement, et qu'on a employé tous les moyens connus pour le rappeler à la vie, rien n'empêche qu'on ne puisse mettre à nu quelques-uns de ses nerfs et de ses muscles, et faire sur lui les opérations galvaniques : que dis-je! la raison et l'humanité le commandent. *(Je me permets de supprimer quelques lignes contenant des expressions trop flatteuses que je dois à l'amitié de l'auteur.)* *

Salut, amitié, et très-haute considération,

G. B. T. Ferry.

* Je trouve assez prudentes les réflexions de l'auteur sur l'administration du galvanisme dans les cadavres des suppliciés; mais je tiens toujours qu'il y a beaucoup de points en physiologie à éclaircir, que l'on ne saurait trop décider sans faire usage du galvanisme en pareilles circonstances : je crois même que ces essais pourront mettre en état d'employer avec beaucoup plus de succès les secours de cet agent dans les cas de mort apparente.

# NOTICE

Adressée au professeur ALDINI, par GAUDINE jeune, professeur vétérinaire à Alfort.

LE 13 messidor an XI, le Maire d'Alfort me fit appeler pour galvaniser un jeune homme qu'on venait de retirer du courant de la Marne, où quatre chevaux qu'il conduisait à l'abreuvoir l'avaient entraîné.

Les renseignements qui me furent donnés prouvaient que le malheureux jeune homme n'avait été retiré de l'eau qu'une demi-heure et même trois quarts d'heure après son immersion ; depuis une heure on lui prodiguait en vain tous les secours de l'art, les frictions, les fumigations, l'insufflation, même on avait fait l'ouverture de plusieurs vaisseaux veineux. Des contusions profondes, des échimoses étendues sur la tête, et dans les autres régions du corps, semblaient annoncer que le malheureux était mort plutôt des coups qu'il avait reçus des quatre chevaux fixés les uns aux autres, que des suites de l'immersion : tout annonçait enfin qu'il ne restait plus d'espoir de le rappeler à la vie.

Je soumis à l'action galvanique ce cadavre deux heures après sa submersion, plutôt pour expérimenter, que dans l'espoir de produire un effet avantageux. Une pile composée de soixante paires de disques de zinc et de cuivre, fut disposée avec la précipitation que la foule et les circonstances d'un tel accident ne manquent pas d'occasionner : faible par le nombre de disques et par son mode d'arrangement, elle fut placée sur un isoloir près de la tête du cadavre

étendu sur un matelas; un conducteur métallique partant de la base de la pile, fut fixé sous l'aisselle gauche; un autre fil placé dans la narine du même côté, venait former l'arc à la partie supérieure de la pile. A chaque attouchement les muscles des paupières, des lèvres, de la face, éprouvèrent des contractions sensibles, le bras gauche opéra des mouvements de rétraction faciles à distinguer; cependant le reste du corps parut ne point partager cette action contractile : je changeai alors la disposition de l'appareil ; le conducteur partant de la base de la pile, fut placé dans l'anus, et l'autre introduit dans le larynx : au premier attouchement tous les muscles de la face se contractèrent, et deux jets d'un liquide écumeux sorti des narines, me prouvèrent que le diaphragme avait participé à cette action; l'anus permit également la sortie des matières fécales contenues dans le rectum. Je répétai ces attouchements, toujours accompagnés des mêmes phénomènes; mais l'action décroissante de la pile, et l'inutilité de ces essais pour ranimer un cadavre, me déterminèrent à ne pas pousser plus loin cette expérience.

Appuyé de l'opinion du professeur Aldini, ne m'est-il pas permis de croire que l'agent galvanique serait le moyen le plus puissant pour rendre à la vie les noyés retirés de l'eau à temps, et que les soins ordinaires ne peuvent ranimer ? Ne peut-on pas le considérer dans ce cas comme le maximum des efforts de l'art ? Cette question est importante à résoudre; elle ne peut manquer de fixer l'attention d'un gouvernement éclairé.

Je laisse au professeur Aldini le soin d'examiner cette note, et je l'abandonne entièrement à ses lumières.

Estime, considération et dévouement,

GAUDINE *jeune.*

# LETTER

## OF SIR CHRISTOPHER PEGG,

PROFESSOR OF ANATOMY,

Upon some experiments of professor ALDINI, on galvanism lately repeated at the University of Oxford.

Oxford, 20 december 1802.

SIR,

Y have had the satisfaction of publickly exhibiting at my lectures the curious experiments on the effects of the galvanic fluid, which you were so good as to display, when you honoured me with a visit in Oxford.

The effects were very striking when the metalic arc was conveyed thrò the medium of the pile, which was made with eighty pieces of zinc, and as many of copper.

The convulsions of the animal were very strong even when the head was removed at short distance from the Body provided the intervening surface of the table was moistend with salt and water.

Y next tried your interesting experiments when the arc was wholely animal by introducing a finger of my left hand into the theca vertebralis of a dog, and of a rabbit so as to touch the spinal

marow, and holding in my right hand a frog prepared according to your own directions brought in contact with the inside of the thorax of the animal so that the section of the spine of the frog where the nerves go off to the lower extremities should touch the side of the thorax, when the muscles of the thigh and leg of the frog were sensibly convulsed. Care had previously been taken to moisten my own hands, etc. with a strong solution of common salt.

We then tried to affect the heart of the animal both in and out of the body by means of the pile ; and, j must confess it appeared obedient to the same power thò in a very slight degree, and we were all sensible of the movements of the heart and especially of the right auricle, the instrument having been brought in contact with the right ventricle.

Doctor Bancroft, M. Price and several of my friends tried the effects of passing the fluid thrò flame : there was none produced when the flame was touched; but when a metallic instrument was passed thrò the flame, so as to touch the spirit of wine or the silver spoon in which it was burning and which was placed at the top of the pile, the shock was then as considerable as usual.

Y have the honour to be with great respect,

Sir,

Your most obedient servant.

CHRISTOPHER PEGG.

# ALDINI,

PROFESSEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BOLOGNE,

AU PROFESSEUR VASSALLI-EANDI DE TURIN,

Paris, 28 thermidor an XI.

Votre lettre du 17 floréal an XI, vient d'enrichir la théorie du galvanisme d'expériences fort intéressantes. Je fais mention dans mon ouvrage de la propriété que je vous communiquai avant de passer en France; savoir, que le galvanisme emporte avec lui des parties des corps où il se développe, ou par lesquels il passe : je suis bien aise d'apprendre vos belles découvertes faites sur ce sujet avec le célèbre chimiste Giobert. Je répète à présent avec du fil de platine, les essais commencés en Italie, à l'aide de fils de cuivre argenté, et je ne doute pas que l'usage de ce métal ne donne des résultats plus satisfaisants; car, si les oxides des métaux employés dans la pile sont transportés à différents points de l'arc de platine, l'on ne pourra pas attribuer à l'action du galvanisme sur le platine les oxides étrangers que l'on trouve à sa surface.

Ce résultat acquiert encore plus d'importance lorsque nous considérons la simple action du galvanisme animal; car, si le galvanisme, en passant du système des nerfs à celui des muscles, emporte avec lui des substances animales dans les différents organes où il agit, l'on pourra un jour développer, en physiologie, bien des phénomènes qui n'ont reçu jusqu'à présent que des explications hypothétiques. Il est encore à remarquer que le courant galvanique, qui, au commencement, semble n'opérer aucun change-

ment sur les fluides animaux, vient d'y manifester son action d'une manière étonnante par son influence continuée et répétée pour un temps donné. Ainsi une force galvanique, quoique faible en apparence par elle-même, produit néanmoins de grands effets, en raison du temps qu'elle exerce son pouvoir sur les substances soumises à son action. L'on ne doit pas, à mon avis, comparer ces effets à ceux d'une simple électrisation, et l'on ne peut pas même les produire avec le courant d'une bouteille électrisée.

Qu'il me soit maintenant permis de vous informer, ainsi que vos collègues, de différents sujets concernant l'état actuel de la science du galvanisme; je tâcherai de choisir ceux qui pourront plus directement intéresser vos recherches.

L'appareil de M. Allizeau, dont particulièrement vous me demandez la description, consiste en disques de cuivre et zinc soudés ensemble, et sertis dans leur contour avec un anneau plat de métal couvert d'un vernis. A la partie supérieure de chaque couple est mastiqué un anneau de faïence ou de porcelaine, dont la cavité reçoit du sel commun ou muriate de soude, qu'on n'a pas réduit en poudre fine. Ce sel est humecté de manière que l'eau remplisse entièrement les intervalles de ses cristaux. La cavité de l'anneau est tellement remplie, que la surface inférieure de l'étage qui repose immédiatement sur lui, qui par conséquent répond au côté cuivre de cet étage, est, dans tous ses points, en contact avec le sel solide et l'eau interposée, et que l'air n'interrompt point ce contact, autant qu'il est possible. Le muriate de soude et l'eau ayant peu d'action sur le cuivre sans le concours de l'air, et l'anneau de porcelaine bien dressé fermant assez exactement l'accès de l'air environnant, son action sur la surface des disques et l'oxidation qui en est l'effet, sont réduits à très-peu de chose. Il n'en est pas de même lorsque l'intermédiaire est formé d'eau pure ou d'une dissolution liquide, ou de muriate d'ammoniaque, ainsi que

M. Allizeau s'en est convaincu dans des tentatives antérieures. Il a également observé que le muriate de soude en poudre très-fine ne réussissait pas à cet égard autant que le sel qui est en cristaux: c'est dans cet état qu'est ordinairement le sel de cuisine. Le reste de l'appareil ne diffère point des appareils ordinaires.

Les commissaires de l'Institut National ont mis en comparaison cet appareil avec une pile ordinaire composée de quarante couples semblables, et à-peu-près de même diamètre. Les effets de l'une et de l'autre pile comparés étaient sensiblement égaux, avec la différence que son action était beaucoup plus durable, et que les plaques, en parité de circonstances, étaient moins oxidées que dans les appareils ordinaires. Ils ont observé l'action de cet appareil jusqu'à cinquante-trois jours; mais, à la force qu'il avait alors, il annonçait assez qu'il aurait pu fonctionner encore davantage. Quand l'appareil commence à s'affaiblir, l'on peut faire reparaître son énergie en l'humectant avec de l'eau pure. Vous trouverez dans cette construction beaucoup d'analogie avec d'autres appareils imaginés par moi, et décrits dans mon ouvrage. M. Allizeau faisant différents essais sur sa pile, aperçut qu'il était possible d'y mettre plus de simplicité, et il fut conduit à proposer, sur les mêmes principes, un autre appareil composé de couples zinc et cuivre, fondus ensemble en forme de calottes concaves du côté supérieur, et convexes du côté inférieur. On les remplit de sel solide humecté d'eau; et ainsi disposés, l'on conçoit que le contact doit être aussi complet qu'on peut le desirer, et que l'air extérieur n'a d'accès que sur les bords, dans les points sensiblement élevés au-dessus du niveau de l'impression formée dans le sel par la partie convexe de la calotte supérieure à chaque étage. Cette pile comparée à l'autre, a sensiblement les mêmes avantages; on en répare l'humidité avec encore plus de facilité, et sa construction est * beaucoup moins coûteuse.

* M. Allizeau a bien voulu me permettre de vous donner ces notices originales, telles qu'elles

Si les bornes d'une lettre le permettaient, je passerais volontiers à des détails intéressants, concernant la construction des appareils galvaniques. La conversation de beaucoup de savants de tous pays que l'on rencontre dans de grandes villes, telles que Paris et Londres, m'a fourni beaucoup de lumières à cet égard : j'ai admiré le superbe appareil de M. Pepys, qui a bien voulu me prêter son assistance dans les expériences faites à l'amphithéâtre anatomique de l'hôpital Guy et St.-Thomas de Londres. Son appareil est composé de deux grandes cuves galvaniques tournant sur des pivots, et met d'une manière étonnante tous les métaux en combustion. Il y a un double entonnoir très-ingénieux pour remplir à-la-fois plusieurs cellules de ces cuves. A cette occasion j'ai vu dans son laboratoire une pompe pneumatique en acier, d'une construction entièrement nouvelle, dont il rendra bientôt compte lui-même au public. J'ai appris que l'on a construit aussi de grands appareils galvaniques en Russie, et que l'Empereur, protecteur et ami très-distingué des sciences et des arts, favorise particulièrement les progrès de cette découverte. J'attends des détails sur plusieurs expériences faites par les physiciens du Nord, lesquelles seront insérées dans mon Histoire du Galvanisme.

L'on a dernièrement substitué à la dissolution du muriate de soude des draps trempés dans de la bile, et l'on m'assure que l'action de la pile est très-forte. Je pense qu'en formant plusieurs piles avec des draps imbibés de différents fluides animaux, l'on pourrait, toutes choses égales, juger de leur conductibilité, et de l'action du galvanisme sur eux. J'ai commencé quelques essais dans ce genre avec l'appareil de couronne à tasses remplies de divers fluides animaux. M. Dumotiez m'a observé qu'il est bon de préférer, dans la construction de la pile, les draps blancs à ceux de toute autre couleur : il

sont insérées dans l'EXTRAIT du Rapport de la classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut national, du 8 messidor an XI.

trouve que l'oxidation des plaques est moindre ; ce qui est un avantage à considérer. M. Fortin m'a montré une méthode d'emboîter les plaques de zinc avec celles de cuivre, de manière qu'il n'est pas nécessaire de les souder ensemble, afin d'éviter l'oxidation des surfaces qui sont en contact. J'ai vu chez M. Robertson une pile formée de pièces d'argent et d'oxide noir, de manganèse, chez M. Craperon un appareil ingénieux dont il se sert pour faire passer le courant galvanique à travers différents fluides animaux, sans que les arcs métalliques soient en contact avec eux.

L'on cultive encore avec beaucoup de zèle le galvanisme en Amérique. M. Priestley * jette de grands doutes sur la décomposition de l'eau, et il croit avoir trouvé dans le galvanisme des preuves pour appuyer son inimitié déja connue contre les fondements de la nouvelle chimie. Mais sa principale observation de l'huile placée à la surface de l'eau, qui empêche selon lui le développement des fluides aériformes, n'est pas encore constatée : d'ailleurs, les tentatives faites à cet égard à Berlin et en Allemagne, où l'on s'occupe du galvanisme avec le plus grand succès, prouvent le contraire.

Le duc de Saxe Gotha vient de faire construire une grande pile composée de six cent couples de cuivre et de zinc. Le prince de la Tour-Taxis s'est procuré un appareil galvanique d'une grande énergie, dans l'intention de soulager l'humanité souffrante. Il est dédié à Esculape, et en forme de temple, dont six colonnes qui le soutiennent sont les piles mêmes. Cette grande batterie galvanique est exposée dans un appartement de la résidence du Prince, où tous les savants nationaux et étrangers ont un libre accès pour faire des essais, sous la direction de M. Winkler, médecin de la cour, et de M. Gerlt, professeur de chirurgie ; l'on tient un journal de toutes

* Observations sur la colonne de Volta, par M. Priestley. — Annalen der physik von Gilbert, an. 1802, HALLE.

les expériences remarquables, et des phénomènes qui accompagnent l'administration du galvanisme.

M. Veber fait mention d'un accident singulier qui mérite d'être rapporté ici. Le Prince devint sourd de l'oreille droite; il y avait déja environ un mois qu'il était affecté de cette maladie: l'oreille fut galvanisée, et, après une courte administration, elle fut entièrement rétablie. Ainsi ce Prince, ami de l'humanité, après avoir formé cette belle institution, dans l'intention de guérir les autres, a joui le premier des fruits de sa philanthropie, et s'est trouvé récompensé de sa * noble entreprise.

Parmi les savants qui se sont distingués en Allemagne, l'on doit nommer M. Ritter pour l'importance et la multiplicité de ses travaux : j'espère que vous voudrez bien me permettre de vous en rendre compte, puisqu'ils sont entièrement liés à vos recherches et aux miennes.

Suivant M. Ritter, l'action du pôle positif de la pile dispose les métaux à se combiner avec l'hydrogène. Si l'on arme le pôle positif d'une feuille d'or battue, et le négatif d'un morceau de charbon, lorsqu'on établit la communication entre ces substances, la feuille d'or brûle avec une lumière éclatante, et le charbon reste intact; mais si l'on place le charbon du côté positif, et l'or du côté négatif, c'est le charbon qui brûle, et l'or se fond. Le contact du pôle négatif sur la surface brillante du mercure laisse une trace différente de celle que produit le pôle positif.

M. Ritter prétend aussi que tous les effets de la pile sur le corps animal se réduisent à des expansions et à des contractions. Toutes les parties du corps humain prennent un plus grand volume au contact du pôle positif; elles se resserrent par le contact du pôle négatif: par exemple, l'action du pôle positif sur la langue y produit,

* VEBER, JOURNAL DU GALVANISME, vol. I. Landshaut, 1802.

au bout de quelques minutes, une légère élévation ; au lieu que le pôle n'y produit qu'un petit enfoncement. Si une même personne touche les deux pôles avec les deux mains mouillées, le pouls s'accroît d'intensité dans la main qui est en contact avec le pôle positif ; il diminue de force dans l'autre : le nombre de ses battements reste toujours le même. L'extension produite de cette manière dans les organes est suivie d'une sensation de chaleur, et le resserrement d'une sensation de froid. L'œil en communication avec le pôle positif voit les objets rouges, plus grands et plus distincts; en contact avec le pôle négatif, il les voit bleus, plus petits et plus confus. La langue reçoit du pôle positif le goût acide ; du négatif le goût alkalin ; les oreilles étant en contact avec le premier, tous les sons semblent plus bas; avec le second ils semblent plus hauts. En général les deux pôles de la pile produisent des effets opposés.

Je ne pourrais pas parcourir dans une lettre les nombreux travaux des physiciens d'Allemagne, dont j'ai reçu dernièrement à Paris plus de vingt ouvrages : je me propose d'en développer les notions principales dans mon Histoire du Galvanisme. En attendant vous pourrez consulter vous-même ces notices précieuses rassemblées dans les productions de Ritter, Veber, Augustin, Reinhold, publiées cette année à Berlin, Leipsick, Jena, et Landshut; vous y trouverez toujours adopté le nom de galvanisme. Je crois bien que l'on ne pourra pas me reprocher de m'en être constamment servi dans mon Ouvrage, au lieu d'y substituer celui d'électricité animale, ou simplement d'électricité. Sans entrer dans les raisons qui pourraient appuyer la nomenclature adoptée, j'observerai qu'elle ne vient pas des physiciens d'Italie, mais qu'elle a été créée et conservée jusqu'à présent par toutes les Académies de l'Europe, et que par conséquent l'on n'est pas autorisé, sans des arguments ultérieurs, à enlever à une découverte le nom du génie qui l'a faite. Au reste je ne tiens pas aux mots ; quel que soit l'expression que l'on

préfère, mon ouvrage, quant au fond, sera toujours le même aux yeux des vrais philosophes et de tous ceux qui se rappelleront avec Tullius : *non verborum opificem, sed rerum inquisitorem, decet esse philosophum.*

J'ai l'honneur de vous témoigner,

Estime et amitié,

ALDINI.

# RAPPORT

De quelques expériences galvaniques sur le platine, ADRESSÉ A S. E. LE CHEVALIER NICOLAS D'AZZARA, AMBASSADEUR D'ESPAGNE PRÈS LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

LA difficulté de substituer le platine aux différents métaux qui composent la pile, a été, à mon avis, jusqu'à présent un obstacle à la perfection de nos expériences galvaniques, perfection que l'on aurait obtenue en employant ce métal. V. E. a bien voulu, dans cette circonstance, montrer l'intérêt qu'elle prend à tout ce qui regarde les progrès de la science, en me fournissant le platine nécessaire à de telles recherches. Je m'empresse en conséquence de vous transmettre l'exposé des résultats obtenus avec mes appareils, auxquels l'interposition d'un métal qui n'est pas oxidable a donné beaucoup de précision. Le célèbre chimiste Vauquelin m'a ouvert son laboratoire, et m'a aidé de ses lumières. M. Gennety, artiste très-habile en tout ce qui concerne le travail sur le platine, s'est prêté avec beaucoup de zèle à mes essais.

Nous avons commencé par former différents alliages avec neuf parties de cuivre et une de platine; et, variant ensuite par degrés la proportion de ces métaux, nous sommes parvenus à unir ensemble trois parties de cuivre avec une de platine : le but de ces différents alliages était d'avoir un composé malléable, sans être sujet à s'oxider; mais, malgré tous nos efforts, nous n'avons pu obtenir cet heureux résultat : car quand il y avait peu de platine dans l'alliage, il était très-oxidable, et lorsqu'il y en avait beaucoup, il n'était que très-peu malléable, et ne pouvait être laminé sans se graisser et se fendre. M. Gennety croit qu'il faudrait multiplier et modifier les expériences, soit en donnant une chaleur plus forte et plus long-

temps continuée, soit en variant les proportions des substances métalliques, et qu'ainsi l'on arriverait à un alliage malléable, qui serait à-peu-près aussi difficile à l'oxider que le platine lui-même.

En attendant les résultats des essais que M. Gennety exécutera sur cet objet, je l'ai engagé à me faire une pile de 50 plaques de platine pur, afin de le combiner à volonté avec différents métaux. C'est l'appareil avec lequel le professeur Vauquelin et moi nous avons entrepris les expériences suivantes.

1°. Nous avons formé une pile de 50 couples de disques de platine et de zinc, avec les draps trempés dans une dissolution de muriate de soude : l'action du galvanisme a été bien faible. Répétant l'expérience en mouillant les rondelles de drap dans l'acide nitrique étendu d'eau, les effets ont été un peu plus prononcés ; ils étaient néanmoins peu énergiques en comparaison de l'action que l'on obtient du zinc combiné avec du cuivre ou de l'argent. Des observations m'ont appris qu'il était utile d'employer ce dernier acide dans les autres expériences, ce qui est utile pour établir la parité des circonstances.

2°. Nous avons composé cette fois la pile de plaques du même diamètre, de platine et d'argent, avec le drap trempé comme à l'ordinaire: l'action était très-faible, et elle ne devenait sensible que lorsque l'on approchait la main découverte en quelque partie de son épiderme ; les électromètres à condensations, que nous avons employés pour essayer l'action de cette pile, ne montraient que de petites variations.

3°. Une pile composée de 50 plaques de platine et de cuivre, a donné une très-forte secousse et une électricité bien sensible à l'aide des condensateurs ; les effets ont augmenté en faisant la combinaison avec des disques de platine et de fer-blanc.

4°. Pour éloigner, dans la composition de la pile, le platine et le zinc, nous l'avons composée cette fois de plaques de cuivre et de fer-blanc, avec la même dissolution ordinaire : les effets ont été plus sensibles que dans les combinaisons précédentes, non seulement à l'électromètre à condensations, mais encore au système animal

approché de l'appareil : il suffisait de 30 paires de ces plaques pour avoir la secousse et un éclair très-brillant.

Ces expériences m'ont conduit à entrer dans une discussion déja élevée par les physiciens, savoir, si les effets de la pile doivent être considérés comme un produit de combinaisons chimiques. Nos expériences semblent nous déterminer à reconnaître une forte influence des agents chimiques pour exciter le galvanisme, puisque l'on obtient des effets qui sont en proportion avec les différents procédés. Nous avons voulu réaliser nos conjectures en répétant la seconde expérience avec une dissolution capable d'agir sur l'argent et le platine même ; à cet effet nous avons composé une pile avec ces deux métaux, en y interposant des draps mouillés d'acide nitro-muriatique étendu d'eau. L'action de cette pile a été beaucoup plus forte que celle où on avait fait usage de l'acide nitrique, qui attaquait seulement un des métaux. Nous avons pu constater ce résultat par la divergence beaucoup plus considérable des électromètres.

Ces expériences sont très-conformes aux essais que j'avais faits au Collége royal d'Espagne à Bologne, qui favorisa avec beaucoup d'intérêt mes recherches, et me facilita les moyens de faire en grand des essais sur l'influence de l'or dans le galvanisme.

5.° J'ai formé différentes piles à 10, à 20, et jusqu'à 50 paires de plaques d'or et d'argent, en y interposant la dissolution de muriate de soude : le galvanisme refusa constamment son action. J'ai répété l'expérience avec le même nombre de plaques d'or et de zinc, et le galvanisme se manifesta sur-le-champ, quoiqu'il n'y eût que l'oxidation d'un seul métal ; il est à présumer que l'or employé dans l'expérience ne pouvait contracter l'oxidation, parce que les plaques d'or n'étaient pas de la monnaie moderne, mais des pièces ou médailles anciennes, qui contenaient très-peu d'alliage.

6.° J'ai renfermé dans des cloches de verre différentes piles composées de plaques d'or et d'argent, et ensuite des piles dont les métaux étaient combinés avec du zinc comme à l'ordinaire : il ne

parut aucune altération dans l'air de l'appareil, et la bougie introduite sous la cloche un ou deux jours après ne s'éteignit point; les résultats varièrent dès que l'on fit la combinaison de l'or et de l'argent avec le zinc.

7.° J'ai substitué, dans les expériences précédentes, à la dissolution de muriate de soude, une autre qui pouvait agir sur un des métaux qui composaient la pile. En conséquence j'ai formé une pile à plaques d'or et d'argent, en y interposant des draps mouillés avec l'acide nitrique étendu d'eau, qui ne décomposa pas sur-le-champ les plaques de métal, mais fit action sur elles. Dans cet état, la pile à 50 plaques d'or et d'argent donna une petite commotion, qui était plus sensible lorsqu'il y avait à la main une légère excoriation.

Ces expériences répétées dans la série entière des métaux, en faisant usage de plaques de même épaisseur et de même diamètre, et toutes autres circonstances d'ailleurs égales, pourraient donner une table complète de la différente conductibilité des métaux, et de leur différente aptitude à exciter l'influence galvanique. L'on pourrait mettre toute la précision possible dans cette nouvelle échelle en essayant l'électricité des plaques à l'aide des condensateurs et en examinant le plus ou le moins d'absorption d'une quantité donnée de gaz oxigène dans laquelle serait plongée la pile; l'on examinera même s'il pourrait être utile d'essayer la quantité de fluide aériforme qui serait développée pendant un temps donné dans l'appareil connu de la décomposition de l'eau. En tout cas, on trouvera indispensable d'étendre les expériences galvaniques à la série entière des métaux, afin de compléter l'échelle imparfaite que nous avons jusqu'à présent; l'on pourrait même y comprendre les alliages métalliques les plus connus, tels que le métal des cloches, le cuivre jaune, et le palladium de M. Chenevix *, et même d'autres substances, telles que les sulfures et carbures de fer, les charbons et les schistes.

* The effects of galvanic electricity upon palladium were the same as upon gold and silver. No oxidizement of the substance took place, but oxygen gas was emitted, during

Mais une telle série d'expériences faites avec la précision et la richesse des moyens qui seraient nécessaires, ne pourrait pas être achevée sans de grands secours ; il appartient aux Sociétés savantes de la faire exécuter avec l'étendue qu'elle mérite.

Revenant au platine qui est l'objet spécial de ce rapport, je remarquerai avec M. Vauquelin que, vu le haut prix de ce métal et la difficulté de s'en procurer, il serait bon de construire des plaques de différents métaux doublées en platine. M. Pictet, auquel j'avais fait part de plusieurs tentatives consignées dans mon Ouvrage, m'engagea à une pareille recherche. J'ai eu d'abord recours à M. Gennety, qui m'a montré ses essais en ce genre, entr'autres une capsule de cuivre doublée en platine, dans laquelle M. Vauquelin avait fortement échauffé des acides concentrés, sans qu'il y eût la moindre dissolution de cuivre. Le célèbre Guyton-Morveau possède dans son laboratoire, riche en objets de platine, des cuillers doublées de ce métal : tout cela m'a fait naître l'espoir de former les plaques avec la méthode que je m'étais déja proposée. En effet M. Gennety est occupé actuellement à me construire cet appareil, dont je profiterai pour suivre ces recherches en Italie.

Des conférences sur le platine, tenues avec d'habiles artistes, m'ont mis en état de faire une nouvelle application de ce métal ; et quoiqu'elle ne concerne pas le galvanisme, il sera bon néanmoins de le rapporter ici. M. Le Noir me montra un pendule à compensations, d'une forme ingénieuse, imaginé par lui, et en même temps un étalon du mètre en platine ; ce qui nous conduisit à nous entretenir long-temps sur la dilatation du verre, à-peu-près égale à celle du platine. Le pyromètre dont le professeur Guyton-Morveau a fait part dernièrement à l'Institut national, vient à l'appui de mes idées à cet égard. Je me suis donc livré à faire construire des thermomètres qui devaient servir à des expériences délicates, avec l'échelle en platine. J'étais d'autant plus porté à cette construction, que l'on

the whole time it formed a part of the galvanic cercle in action. — ENQUIRIES CONCERNING THE NATURE OF PALLADIUM, by Richard Chenevix. London, 1803.

pourrait éviter l'inconvénient ordinaire, que les degrés de dilatation du fluide dans les thermomètres ne sont pas en correspondance avec l'échelle qui devrait les représenter. J'ai vu il y a long-temps, dans le cabinet de Florence, cet inconvénient évité en gravant les degrés de l'échelle du thermomètre sur le tube même du verre. Mais, soit que l'on fasse cette gravure à l'aide d'une machine, soit qu'on l'exécute par le moyen de l'acide fluorique, on ne peut jamais avoir des subdivisions aussi délicates et aussi apparentes que sur une plaque de platine, avec laquelle nous avons aussi l'avantage de pouvoir plonger l'instrument dans les acides les plus forts sans le dissoudre.

M. Le Noir ayant approuvé cette idée, je me hâtai de la faire exécuter par M. Gennety, qui me dit avoir reçu une pareille commission de la part de M. Proust, chimiste distingué qui honore l'Espagne, et qui a, je crois, l'intention de présenter à V. E. un instrument plus exact que ceux qui se font ordinairement. J'ai été charmé de trouver mes projets conformes à ceux de ce savant; et son autorité m'encourage à recommander le platine pour en faire usage dans la construction des thermomètres, toutes les fois qu'on voudra connaître avec la plus grande précision les différents degrés de température.

Pour revenir sur mon sujet, je rapporterai les résultats que j'ai obtenus avec M. Vauquelin sur la conductibilité de quelques procédés chimiques à l'égard du galvanisme. Nous avons soumis à son action l'éther sulfurique, qui a refusé constamment le passage au courant de la pile ; alors exposant séparément à l'action du galvanisme l'alkool et l'acide sulfurique, les effets furent presque toujours les mêmes. J'ai répété l'expérience avec une solution d'opium dans l'alkool : quelques minutes après il y a eu une précipitation très-sensible de l'opium.

Dans cette occasion, nous avons essayé encore l'appareil fait par M. Dumotiez pour éprouver l'action du galvanisme dans diverses espèces de gaz. La cloche a été remplie de gaz acide carbonique, soumis à l'influence galvanique d'une pile de 50 plaques d'argent

et de zinc. La pile, explorée chaque jour, montrait son action ; ce qui a eu lieu jusqu'au cinquième jour. L'expérience a été faite à la fin du mois de messidor dernier, lorsque le thermomètre marquait les plus hauts degrés de chaleur. Ce résultat est conforme aux expériences faites par MM. Biot, F. Cuvier et par moi, dans le vide, et dans plusieurs fluides aériformes.

Nous avons enfin essayé trois piles, dont la première était formée de quatre plaques de platine combinées avec autant de cuivre ; la seconde, du même nombre de plaques de platine et argent ; la troisième, de platine et de fer-blanc. Ces piles ont été couvertes par des récipients de verre d'un pouce de diamètre et 8 de hauteur, en interceptant toute communication avec l'air atmosphérique, et plaçant cet appareil dans la cuve hydro-pneumatique. Dix-huit heures après j'ai examiné les trois piles, et j'ai observé qu'elles avaient toutes absorbé une portion d'oxigène de l'air atmosphérique ; mais que l'absorption dans celle composée de platine et de cuivre était beaucoup plus considérable que dans les autres. Il serait utile de suivre ce genre d'expériences avec des piles plus énergiques, en variant la combinaison des métaux qui les composent. En attendant, qu'il me soit permis de faire quelques réflexions générales sur les expériences déja exposées.

Si des sels de nature différente et des acides plus ou moins délayés sont capables d'augmenter ou de diminuer l'action d'une pile composée de différents métaux, soit qu'il y ait beaucoup d'opposition entre eux, comme le zinc et l'argent, soit qu'il y en ait peu, comme entre l'argent et le platine ; il semble qu'en pareil cas les physiciens, sans compter sur l'hétérogénéité des métaux, doivent recourir à des menstrues différents qui agissent sur les plaques de la colonne. Ce genre de recherches, entièrement nouveau en soi-même, répandra beaucoup de lumières sur les effets galvaniques des métaux, lorsqu'un sel ou un acide les met en action. Supposez, par exemple, qu'une pile de vingt paires de plaques d'argent et de zinc, ayant pour corps humide une dissolution de muriate de

soude, donne dix degrés d'électricité, qu'un autre appareil d'un nombre égal de plaques métalliques de la même nature et du même diamètre, donne, avec l'acide nitrique délayé, une intensité électrique égale à seize : alors il sera évident que quoique les métaux soient les principaux agents de l'électricité, néanmoins elle est développée par l'action que les sels ou les acides exercent sur les substances métalliques.

Il est également constant que de la plus ou moins grande oxidation des métaux, les effets électriques sont augmentés ou diminués, et qu'enfin ces effets éprouveront du changement en raison de ce que l'oxidation aura lieu dans les deux métaux, ou dans un seulement. Nous avons vu en effet que le muriate de soude, capable d'oxider le zinc seul, n'excitait dans la pile sur laquelle il agissait que dix degrés d'action, et que la pile humectée avec l'acide nitrique propre à oxider également l'argent et le zinc, en fournissait seize, de manière que les six degrés de cette plus grande intensité doivent être attribués à l'oxidation de l'argent, laquelle n'a point eu lieu dans la pile humectée avec la dissolution de muriate de soude. Il reste pourtant à examiner si l'action est plus durable dans cette dernière pile, que dans celle qui est montée avec le drap humecté par l'acide nitrique : alors la plus grande activité de celle-ci aurait lieu peut-être aux dépens de la durée du temps de son action. Quoi qu'il en soit, il est certain que divers menstrues produisent une intensité différente d'effets; que l'action de ceux-ci ne doit point être considérée comme un simple résultat d'une propriété conductrice, mais bien comme une puissance oxidante; qu'enfin, cette puissance oxidante changera le degré d'action de la pile en raison de ce qu'elle agira ou sur un métal ou sur tous ceux qui la composent.

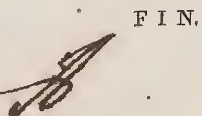
Telle est la série des faits et des considérations que je vous prie d'agréer comme un tribut public de mon respect particulier et de ma reconnaissance : veuillez bien en faire part aux savants d'Espagne, qui profiteront sans doute d'un métal précieux dont votre

Nation semble avoir la possession exclusive, pour augmenter et enrichir nos connaissances, et contribuer aux progrès de la science.

J'ai l'honneur de témoigner
A. V. E.
Ma plus haute considération et mon profond dévouement,
ALDINI.

J'ai reçu, en terminant cet ouvrage, plusieurs Notices que j'aurais été bien aise de pouvoir insérer. J'apprends que MM. Pagès et d'Hombres ont récemment obtenu la guérison parfaite d'un idiotisme le plus complet à l'aide du galvanisme : ce qui doit inspirer une nouvelle confiance pour la méthode que j'ai proposée dans le traitement de la folie mélancolique. M. Orsted, docteur en l'Université de Copenhague, me donne avis des travaux galvaniques qui occupent les savants de ce pays, ainsi que des nouveaux appareils inventés par lui-même. Le docteur Masuyer, professeur à Strasbourg, m'annonce, par sa lettre du 1.er thermidor an 11, quelques expériences propres à développer les phénomènes de l'économie animale. Il croit qu'il y a peu de circonstances où un fluide mis en contact avec un liquide ne détermine un mouvement quelconque du fluide électrique, ou un changement dans son équilibre, et que la plupart de toutes les saturations sont également accompagnées d'électro-motions ; il est aussi porté à croire que l'action hydrogénante et oxygénante, et que peut-être même l'acidité et l'alkalinité de plusieurs substances sont dues à une puissance particulière de ce fluide. Le docteur Mongiardini et le professeur Joseph Mojon sont actuellement occupés à Gênes de l'administration du galvanisme à différentes maladies ; ils recherchent aussi à constater l'influence de cet agent dans les végétaux. Mes collègues Vassalli et Giobert de Turin se sont livrés à de grands travaux sur la décomposition de l'eau, et sur d'autres phénomènes intéressants en physique et en chimie. Le professeur Dumas, par sa lettre du 10 thermidor an 11, me promet un Mémoire sur le galvanisme, considéré comme moyen auxiliaire dans les expériences de physiologie, et dans le traitement des maladies : ce Mémoire sera accompagné d'une lettre sur le galvanisme en général, et sur mes essais en particulier. Si mes occupations actuelles, et la nécessité de rentrer dans mes foyers, m'empêchent de poursuivre ces recherches, et d'enrichir pour le présent cet ouvrage des travaux et des lumières qu'ont bien voulu me communiquer ces illustres savants, je m'engage néanmoins à saisir avec empressement une autre circonstance d'en rendre compte au public.

FIN.



# TABLE.

## PREMIÈRE PARTIE.

## SECONDE PARTIE.



## TROISIÈME PARTIE.



## APPENDICE.

---

# SECONDE PARTIE

## DE L'OUVRAGE.

FIN DE LA TABLE.

# TABLE GÉNÉRALE

ET ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES.

## A

# B

## C

## D



## E

# F

## G.

## H

# I

## K



## L



## M

N



O

## R



## S

T

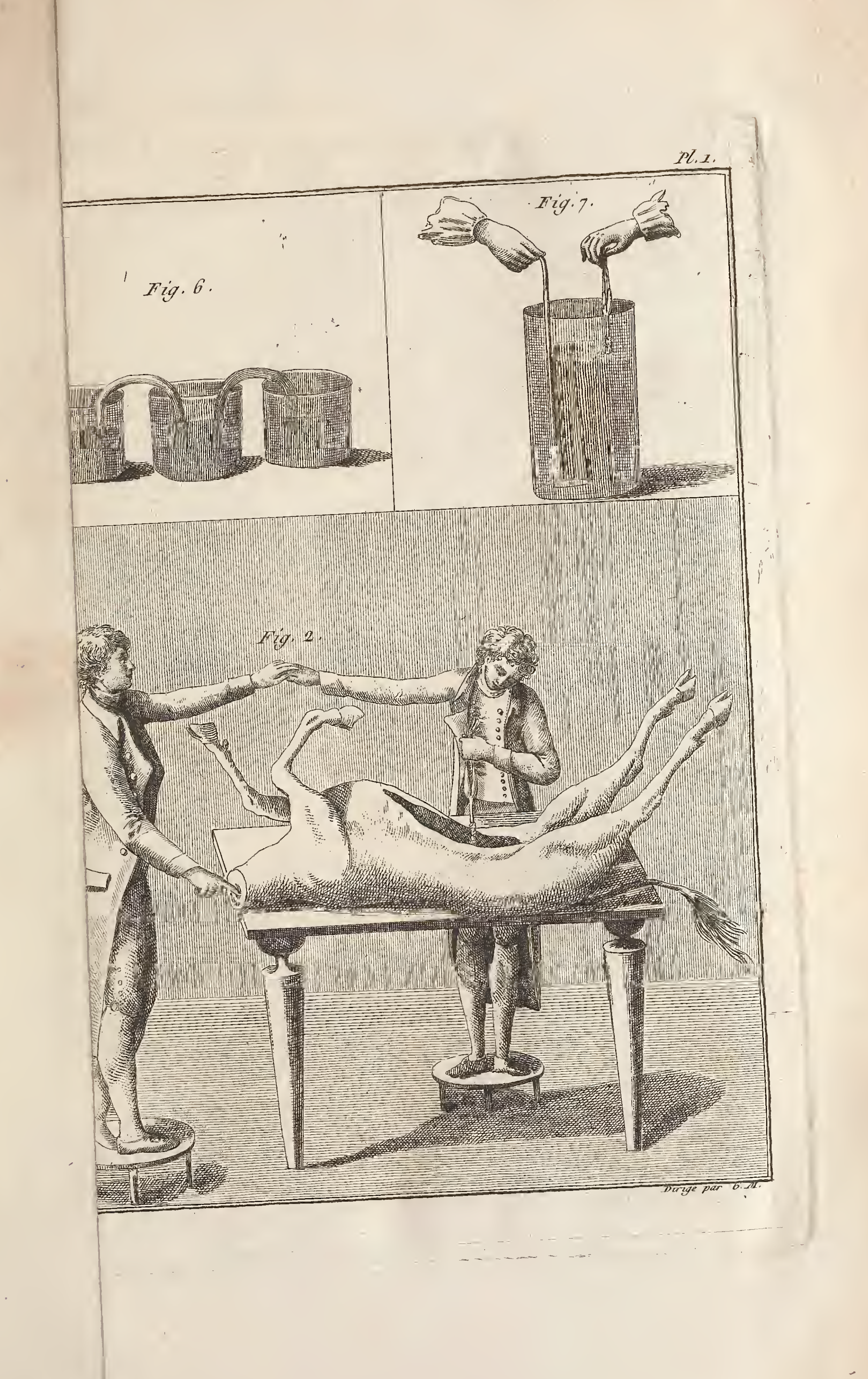
## V



## Z

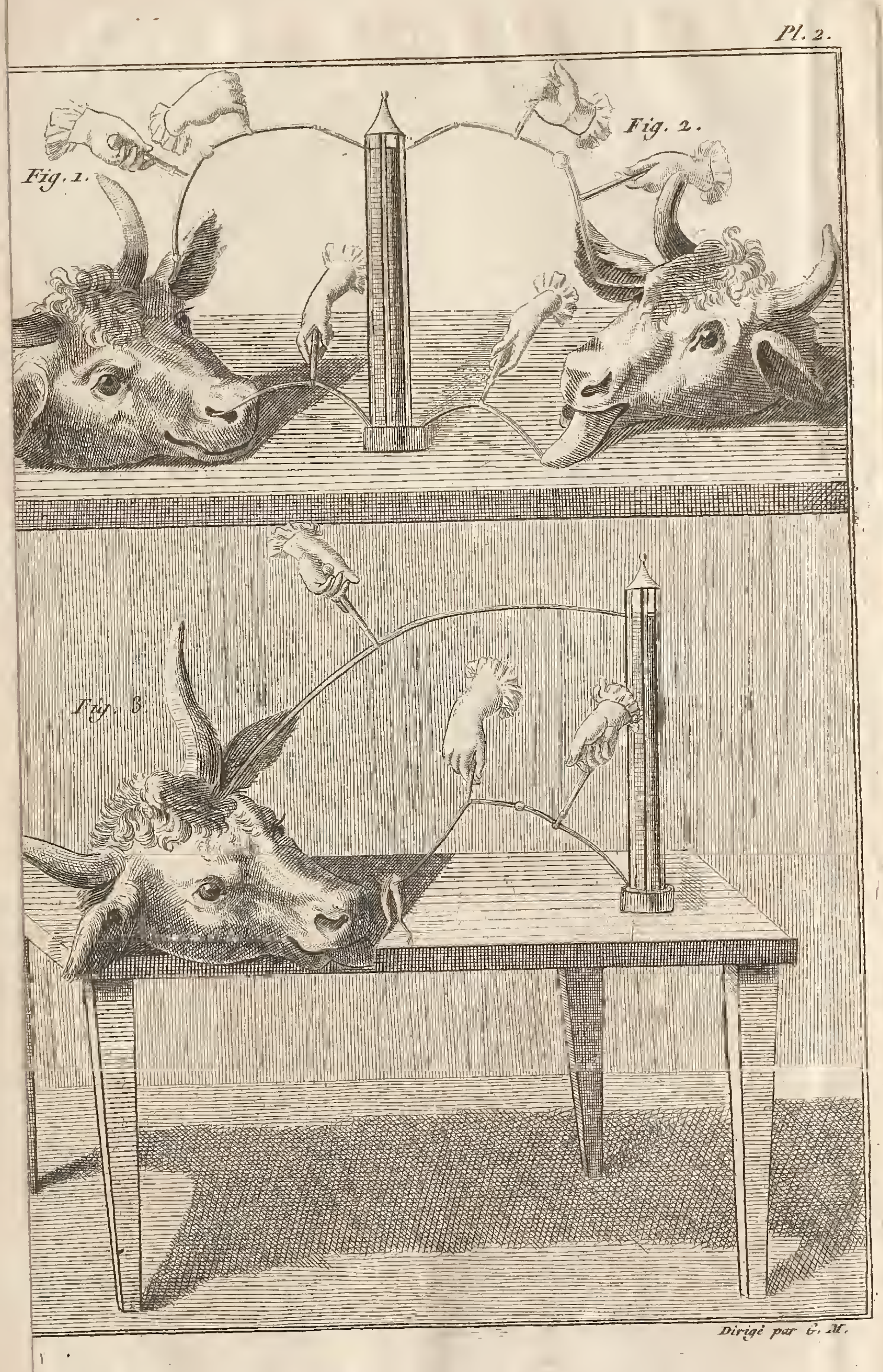


FIN DE LA TABLE GÉNÉRALE.

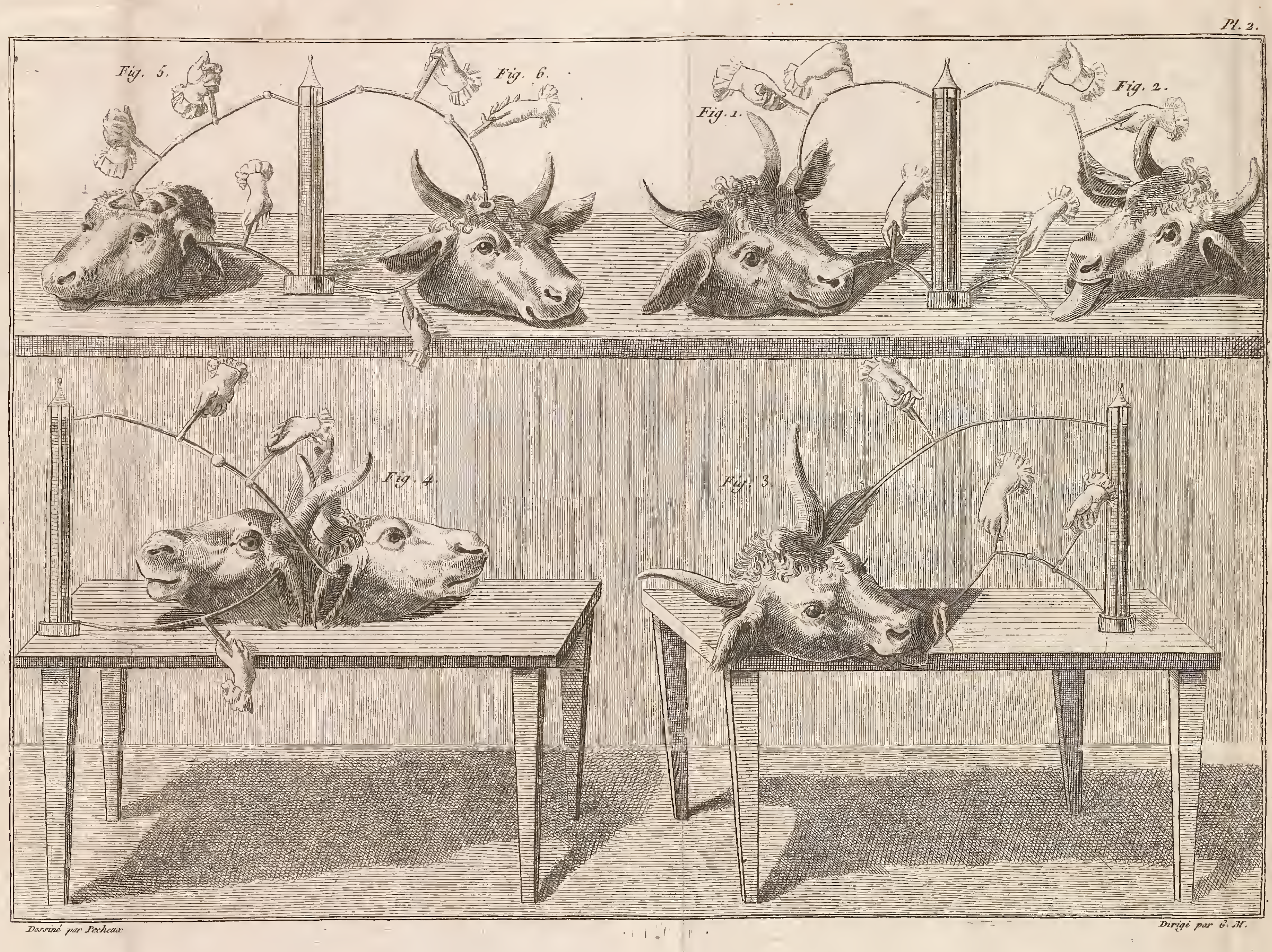

Pl. 1.
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 2.
Dirigé par G. M.



Pl. 1.
Fig. 8.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 2.
Fig. 4.
Dessiné par Pécheux
Dirigé par G. M.

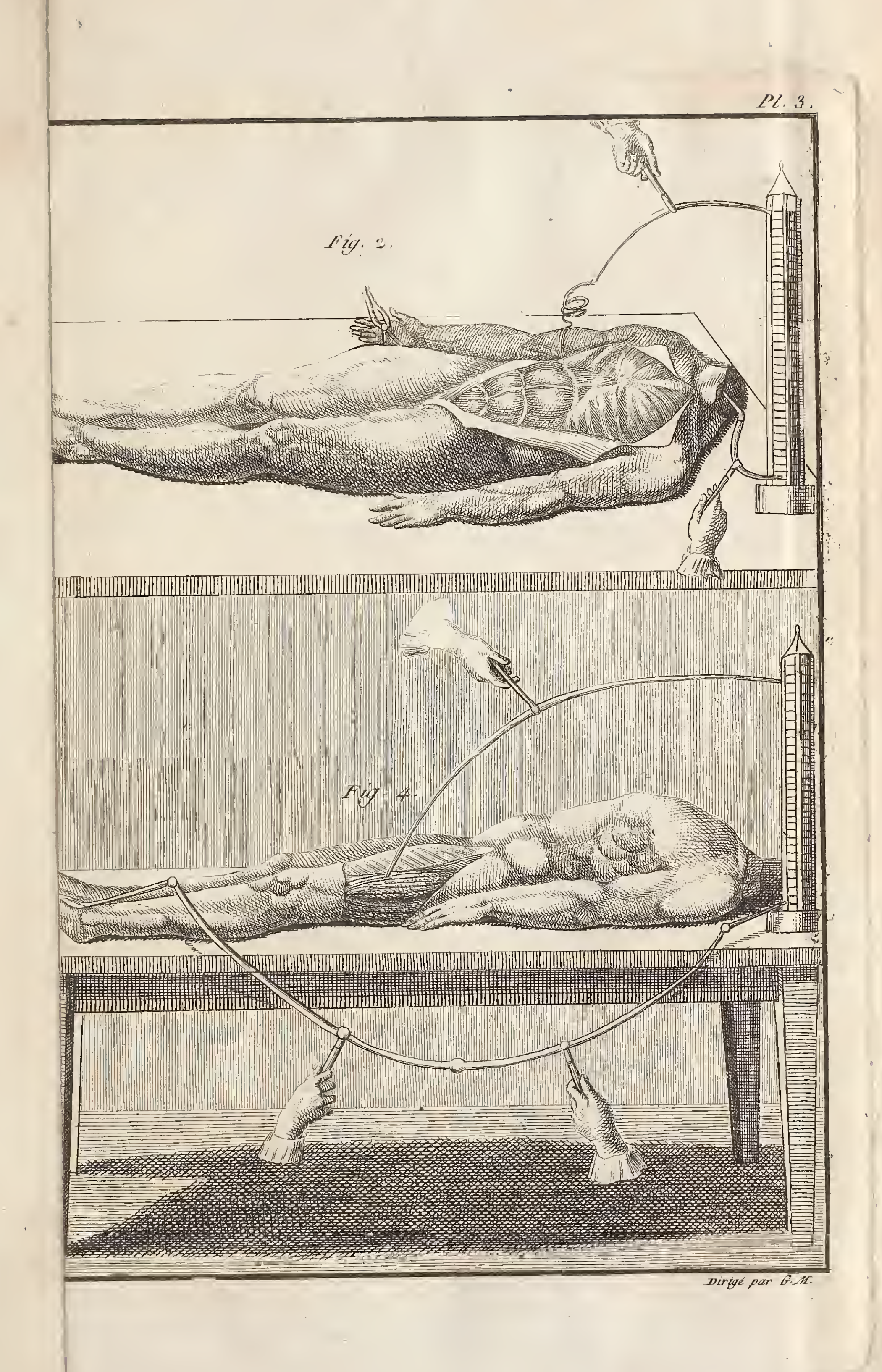

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Dirigé par G. M.

Pl. 2.

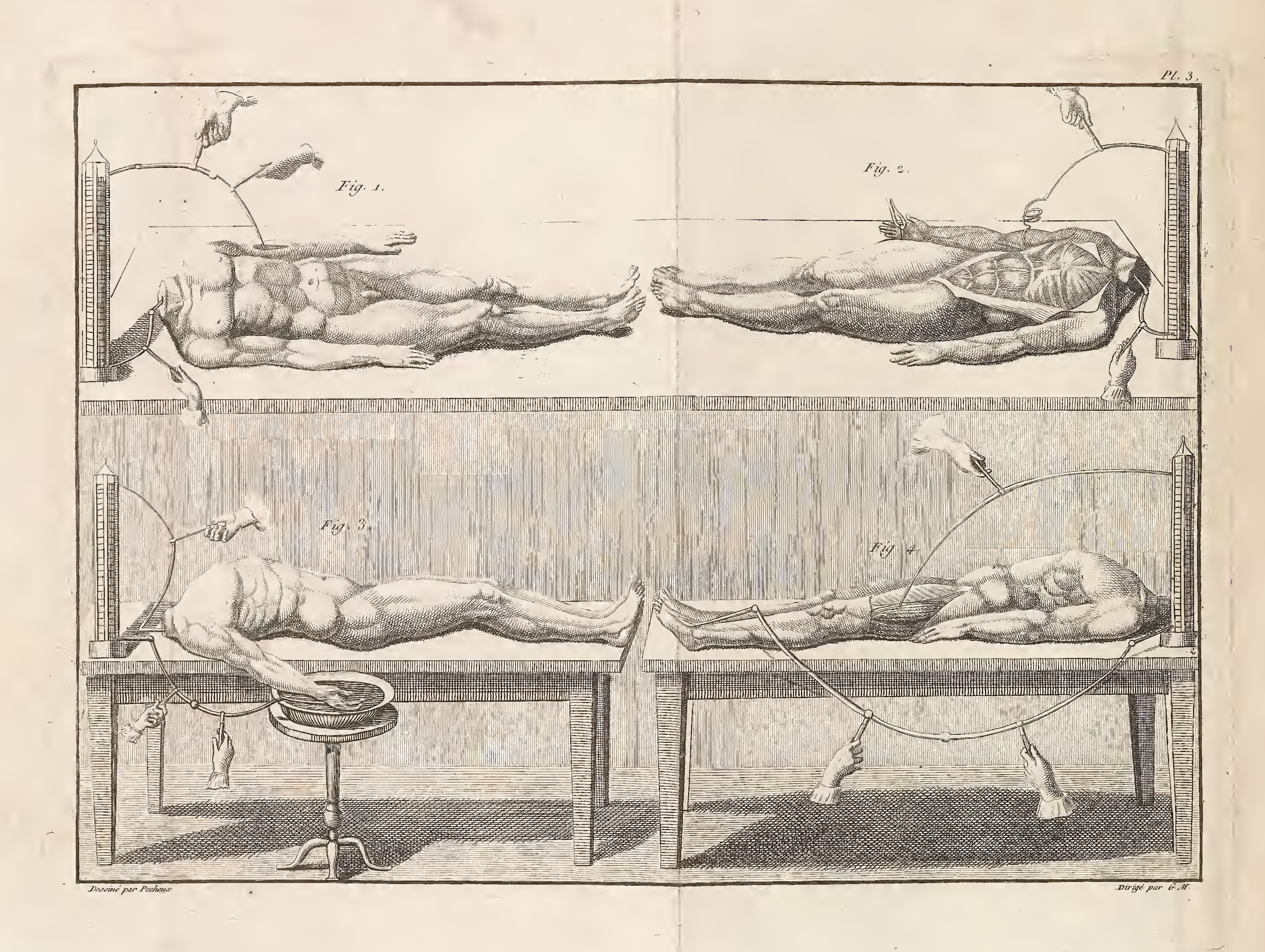



Dessiné par Pecheux

Dirigé par G. M.




Dirigé par G. M.




Dessiné par Pecheux

Dirigé par G. M.

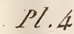

Pl. 4.

Fig. 6.
Fig. 2.
Dirigé par G.M.

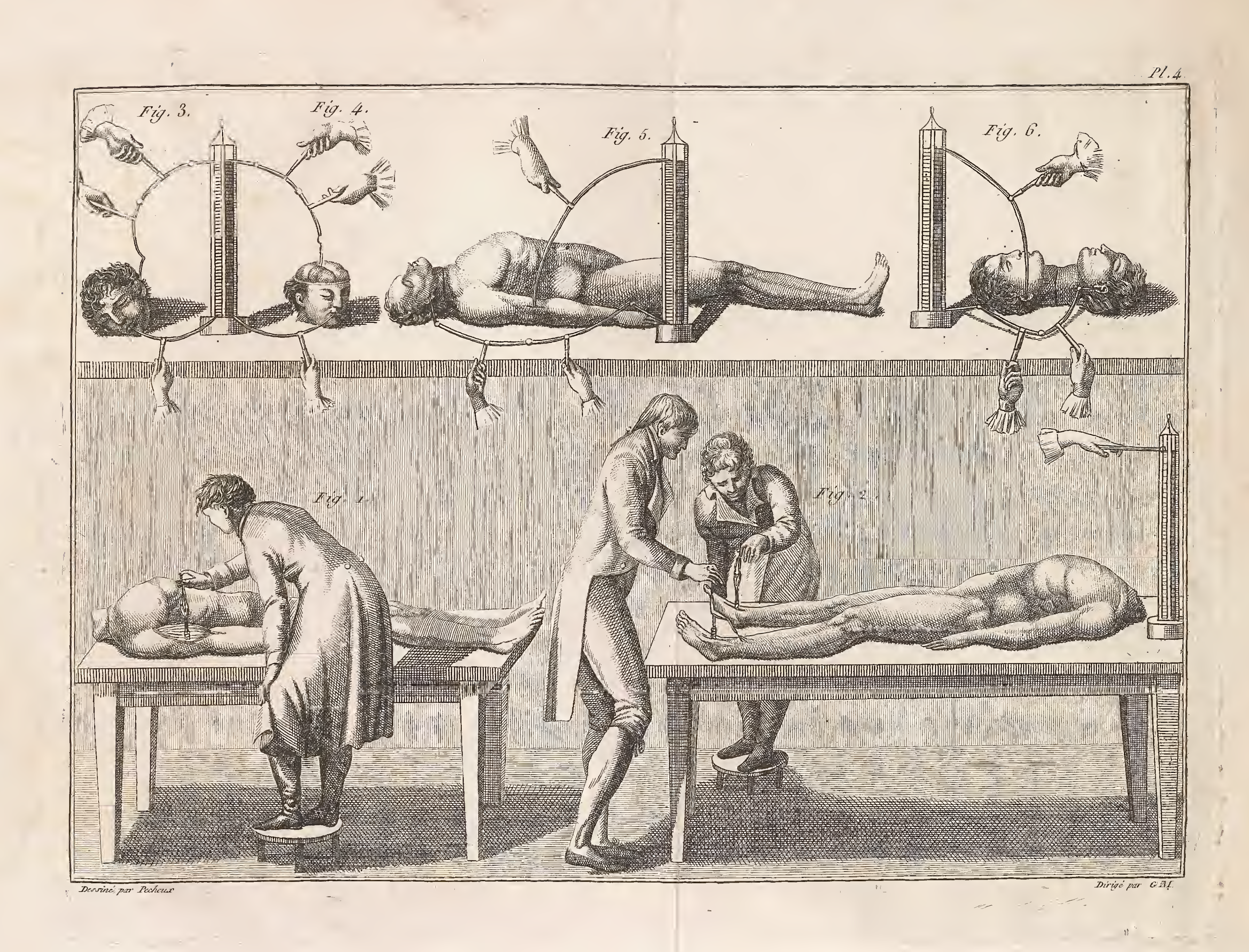
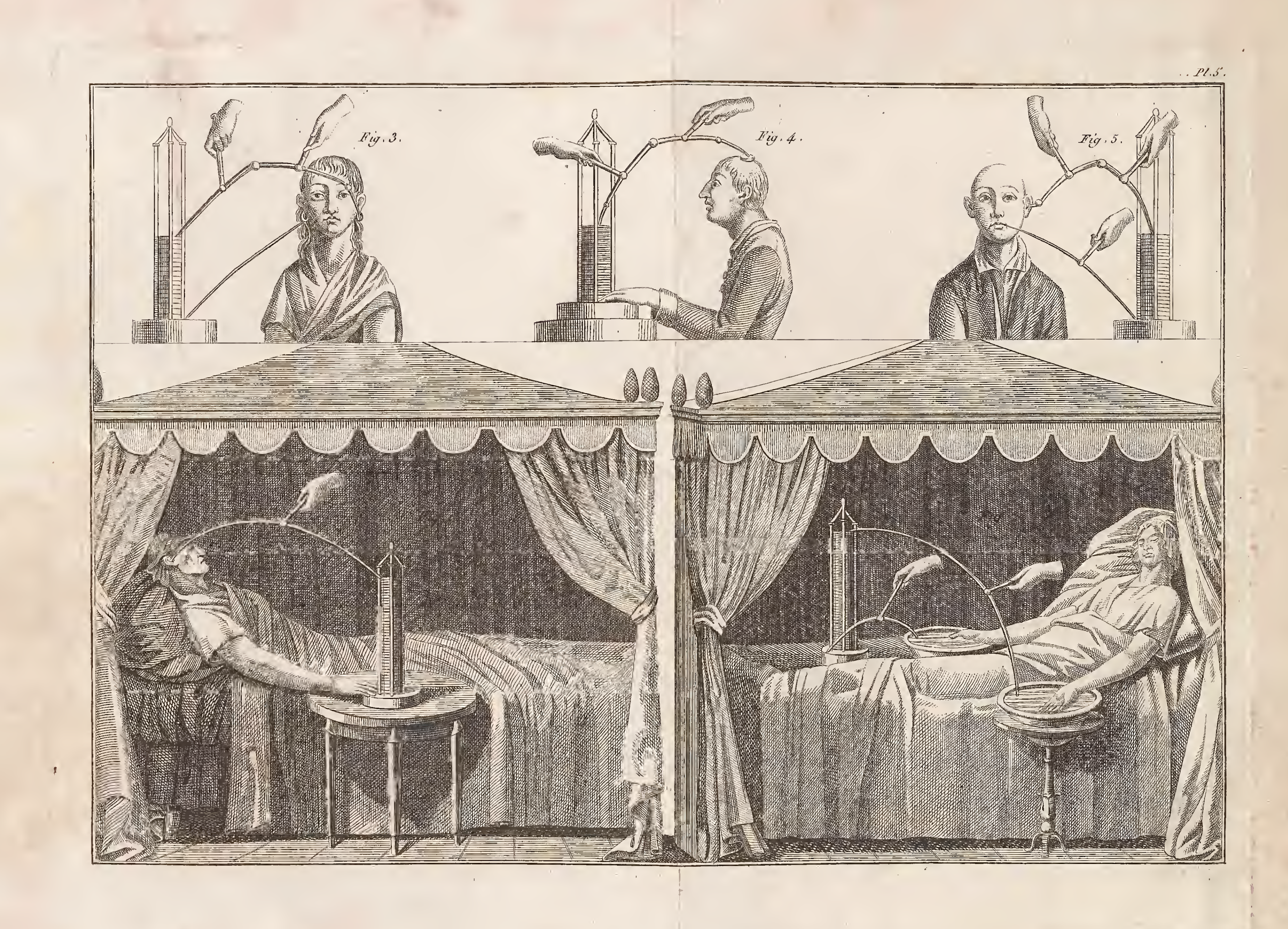
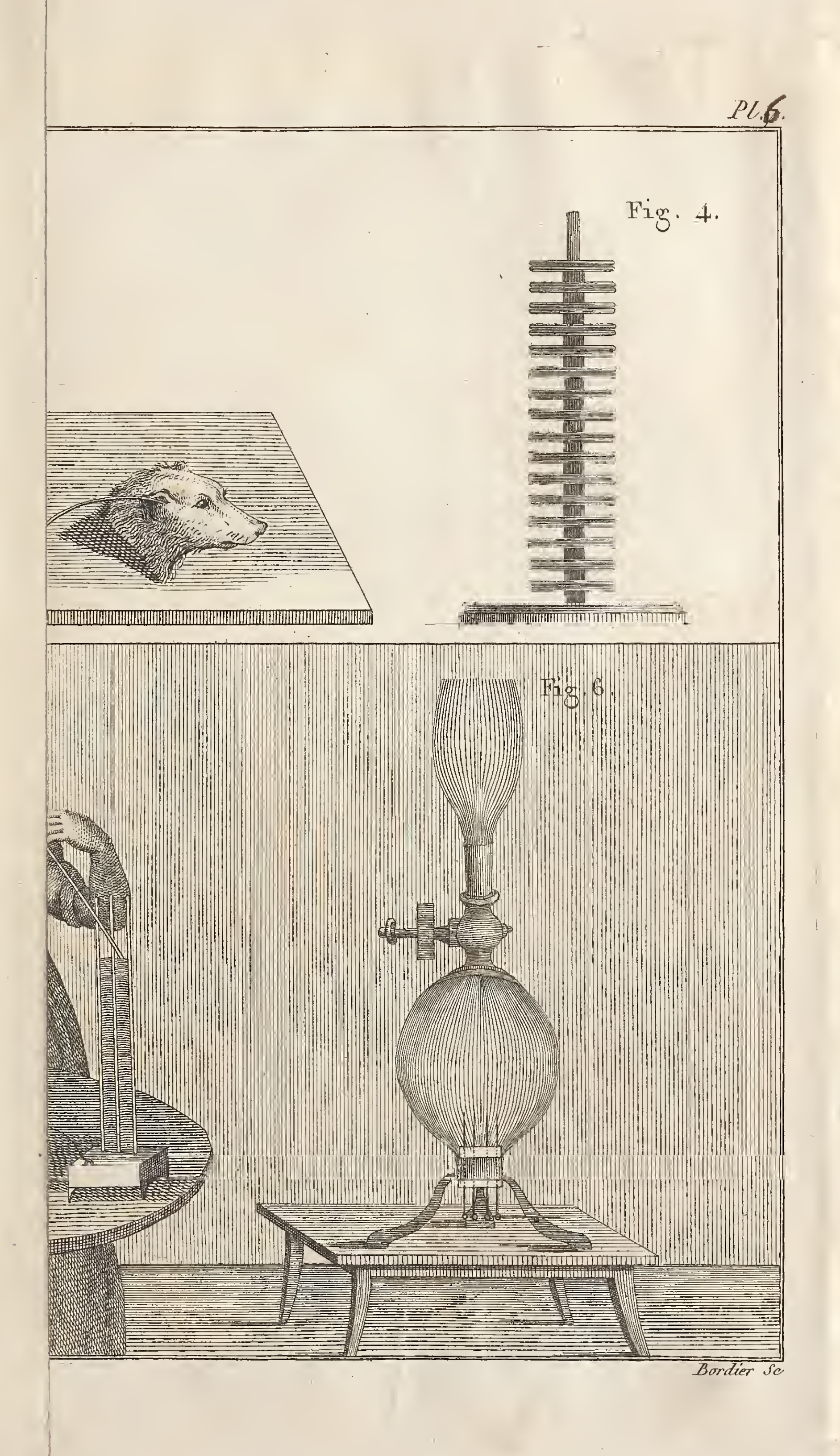
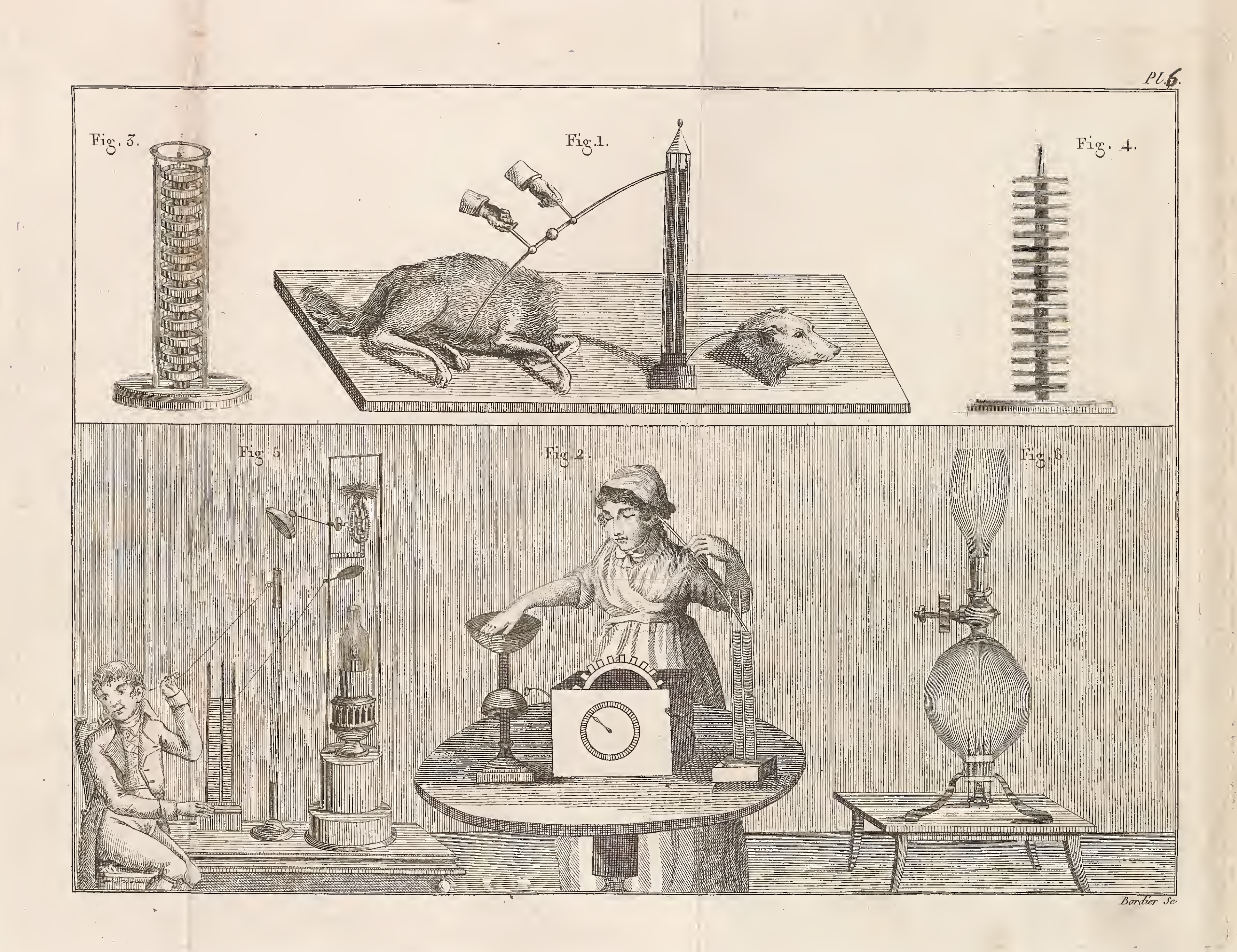

Pl. 4
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 1.
Fig. 2.
Dessiné par Pecheux
Dirigé par G.M.


Fig. 4.
Fig. 5.

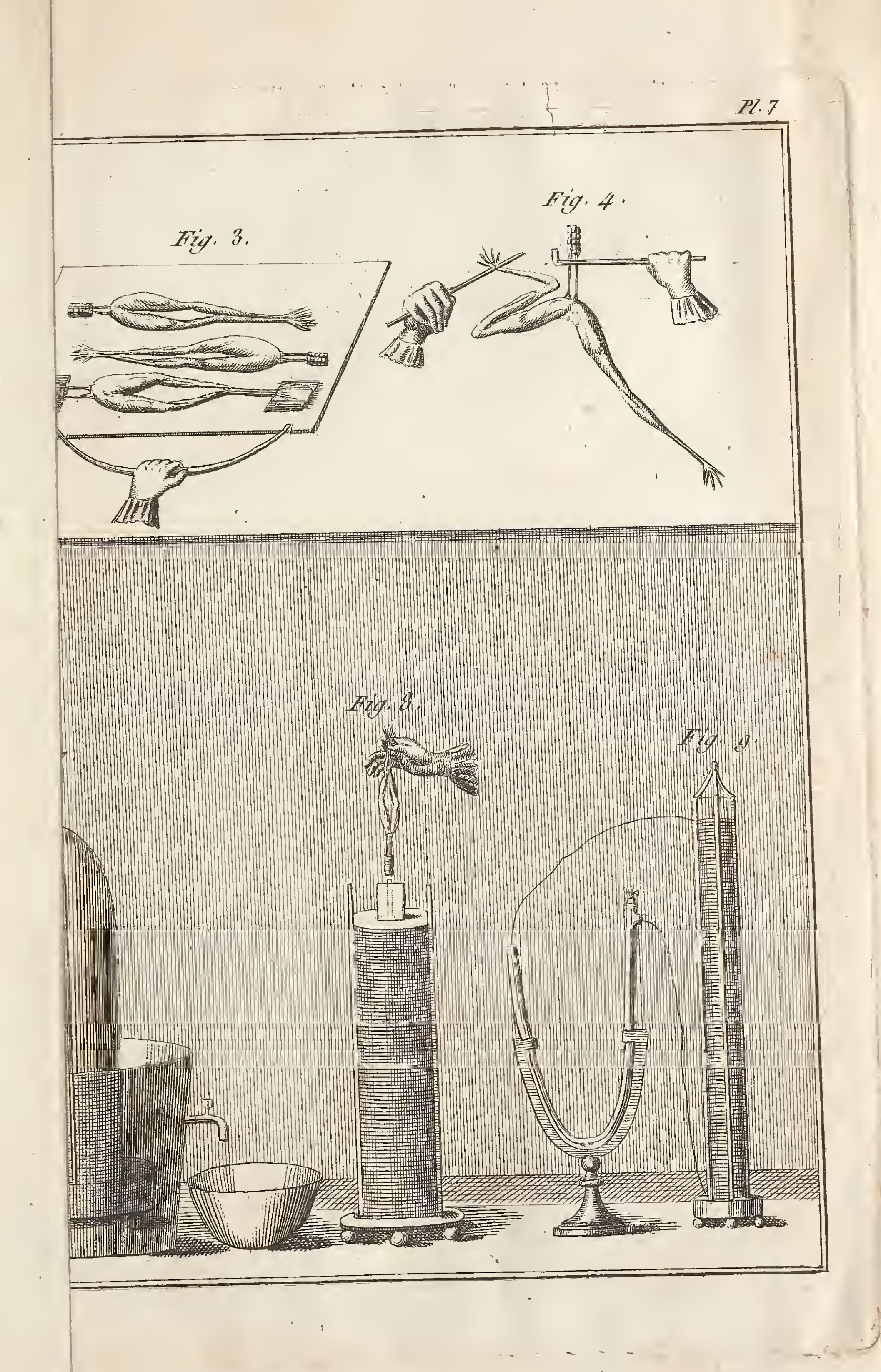

Pl. 5.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.

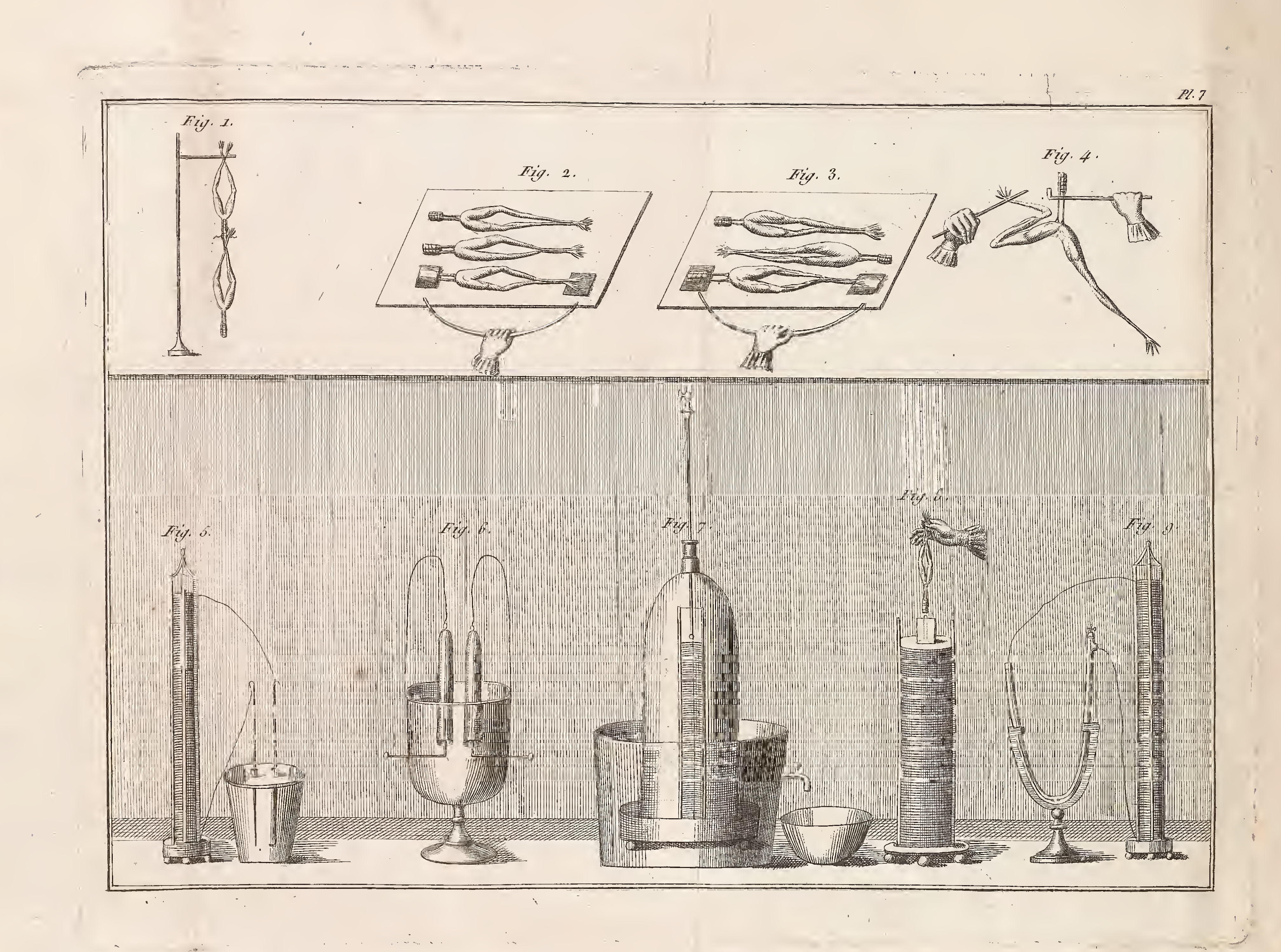
Pl. 6.




Fig. 3.
Fig. 1.
Fig. 4.
Fig 5
Fig. 2.
Fig. 6.
Bordier Sc.

Pl. 7




Pl. 7
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 9.

Pl. 8.



Pl. 8.



Blanchard Sc.

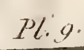
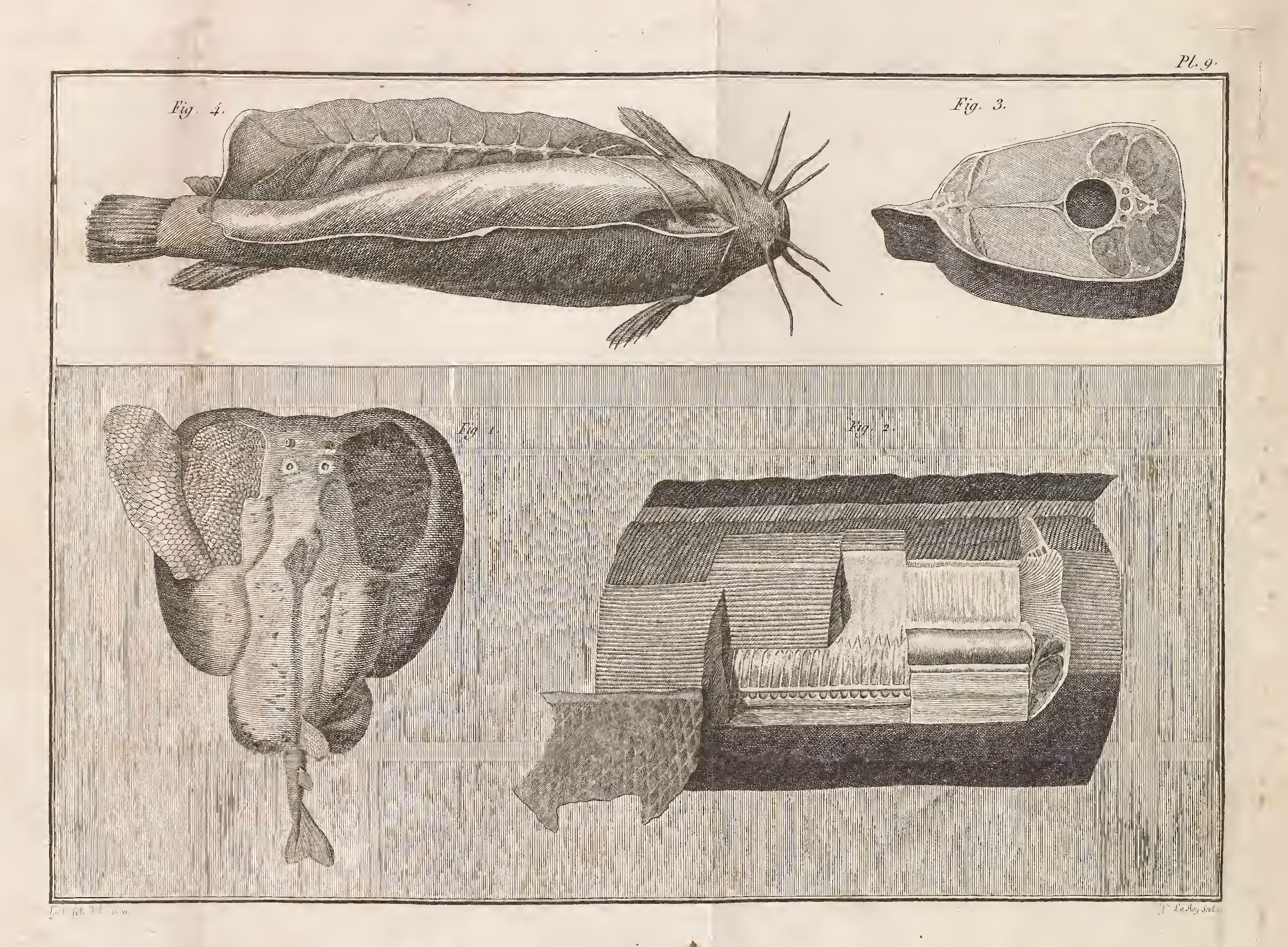


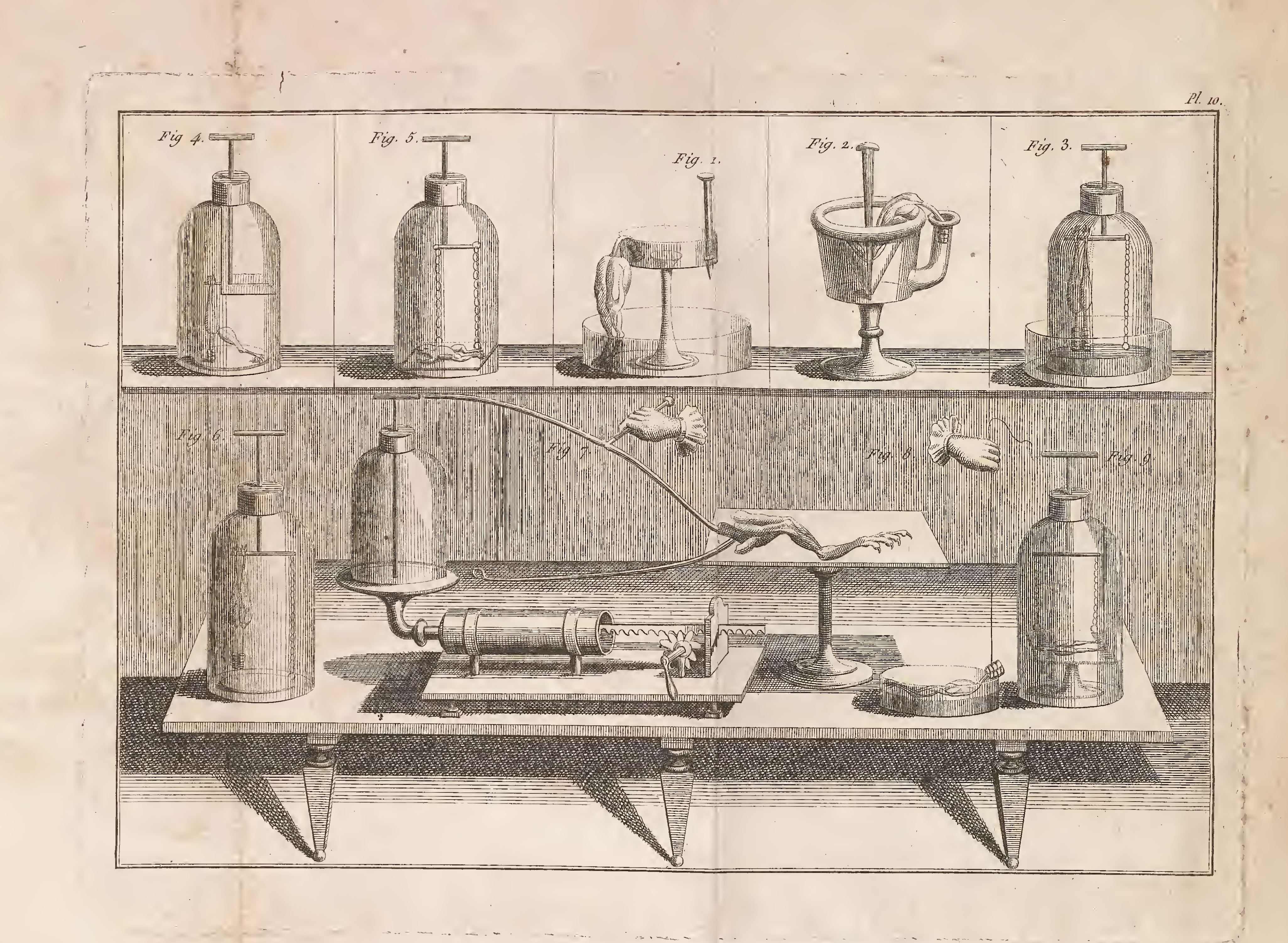

*Fig. 3.*

*Fig. 2.*

J.n Le Roy del.


Pl. 9.
Fig. 4.
Fig. 3.
Fig. 1.
Fig. 2.


Pl. 10.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 8.
Fig. 9.


Pl. 10.
Fig 4.
Fig. 5.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.

